

PCT/JP03/09081

17.07.03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

18 JAN 2005
10/521602

REC'D 05 SEP 2003

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年 7月18日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-210050
[ST. 10/C]: [JP2002-210050]

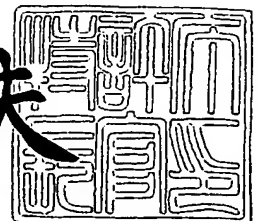
出 願 人
Applicant(s): 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 8月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 DCMH140047
【提出日】 平成14年 7月18日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04B 13/00
【発明の名称】 電界通信システムおよび電界通信装置
【請求項の数】 44
【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ
・ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 福本 雅朗

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ
・ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 杉村 利明

【特許出願人】

【識別番号】 392026693

【氏名又は名称】 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

【代理人】

【識別番号】 100098084

【弁理士】

【氏名又は名称】 川▲崎▼ 研二

【選任した代理人】

【識別番号】 100111763

【弁理士】

【氏名又は名称】 松本 隆

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038265

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電界通信システムおよび電界通信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 誘電体へ電氣的影響を与え易い位置に配置される送信側主電極と、送信側帰還電極と、電氣信号を生成する信号生成部と、前記送信側主電極および前記送信側帰還電極間の電位差を前記電氣信号に従って変化させる変調部とを有する送信装置と、

前記誘電体からの電氣的影響を受け易い位置に配置される受信側主電極と、前記送信側帰還電極との間で静電結合を確立するための受信側帰還電極と、前記受信側主電極および前記受信側帰還電極間に生じる電氣的状態を測定する測定部とを有する受信装置とを有し、

前記測定部は、

ポッケルス効果を示す電氣光学結晶体であって、かつ光が通過する場合には該電氣光学結晶体が存在する空間の電氣的状態に応じた変化を該光に与える電氣光学結晶体と、

前記電氣光学結晶体に入射する光を発する発光部と、

前記電氣光学結晶体を通過した光を受け、この光が前記電氣光学結晶体内で受けた変化を示す電氣信号を出力する受光部とを有する

ことを特徴とする電界通信システム。

【請求項 2】 誘電体へ電氣的影響を与え易い位置に配置される送信側主電極と、送信側帰還電極と、電氣信号を生成する信号生成部と、前記送信側主電極および前記送信側帰還電極間の電位差を前記電氣信号に従って変化させる変調部とを有する送信装置と、

前記誘電体からの電氣的影響を受け易い位置に配置される受信側主電極と、前記送信側帰還電極との間で静電結合を確立するために前記誘電体から可能な限り遠方に配設され前記誘電体周囲の空間に向けて設置された受信側帰還電極と、前記受信側主電極および前記受信側帰還電極間に生じる電氣的状態を測定する測定部とを有する受信装置とを有し、

前記測定部は、

ポッケルス効果を示す電気光学結晶体であって、光が通過する場合には該電気光学結晶体が存在する空間の電氣的状態に応じた変化を該光に与える電気光学結晶体と、

前記電気光学結晶体に入射する光を発する発光部と、

前記電気光学結晶体を通過した光を受け、この光が前記電気光学結晶体内で受けた変化を示す電気信号を出力する受光部とを有する

ことを特徴とする電界通信システム。

【請求項 3】 前記電氣的状態は電界であり、

前記受信側主電極および前記受信側帰還電極は、前記受信側主電極および前記受信側帰還電極間に生じる電界内に前記電気光学結晶体が位置するように配設される

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 4】 前記静電結合は、前記送信側帰還電極および前記受信側帰還電極間の、大気を介した静電結合である

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 5】 前記受信側主電極および前記受信側帰還電極は、前記電気光学結晶体の少なくとも一部を挟んで対向する位置に配置される

ことを特徴とする請求項 1 または 2 の記載の電界通信システム。

【請求項 6】 前記電気光学結晶体は柱状であり、前記受信側帰還電極の前記電気光学結晶体に最も近接する面は、該前記電気光学結晶体内の光路に略直交する断面内に収まる大きさ及び形状を有する

ことを特徴とする請求項 5 に記載の電界通信システム。

【請求項 7】 前記測定部は、前記受信側帰還電極に接続され、前記受信側帰還電極よりも前記電気光学結晶体に近い位置に配置され、前記受信側帰還電極と等電位となる帰還側電極を有する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 8】 前記電気光学結晶体は柱状であり、前記帰還側電極の前記電気光学結晶体に最も近接する面は、該前記電気光学結晶体内の光路に略直交する断面内に収まる大きさ及び形状を有する

ことを特徴とする請求項 7 に記載の電界通信システム。

【請求項 9】 前記測定部は、前記受信側主電極に接続され、前記受信側主電極よりも前記電気光学結晶体に近い位置に配置され、前記受信側主電極と等電位となる到達側電極を有する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 10】 前記電気光学結晶体は柱状であり、前記到達側電極の前記電気光学結晶体に最も近接する面は、該前記電気光学結晶体内の光路に略直交する断面内に収まる大きさ及び形状を有する

ことを特徴とする請求項 9 に記載の電界通信システム。

【請求項 11】 前記誘電体は人体である

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 12】 前記送信装置および前記受信装置は人体に装着される

ことを特徴とする請求項 11 に記載の電界通信システム。

【請求項 13】 前記送信装置が装着される人体と、前記受信装置が装着される人体とは、各々別の人体である

ことを特徴とする請求項 12 に記載の電界通信システム。

【請求項 14】 前記送信装置は人体に装着され、

前記受信装置は前記送信装置が装着された人体以外に配設され、

前記送信装置を装着した人体が、前記受信装置における前記受信側主電極に接触すると、前記送信装置および前記受信装置間で通信が行われる

ことを特徴とする請求項 11 に記載の電界通信システム。

【請求項 15】 前記受信装置は人体に装着され、

前記送信装置は前記送信装置が装着された人体以外に配設され、

前記受信装置を装着した人体が、前記送信装置における前記送信側主電極に接触すると、前記受信装置および前記送信装置間で通信が行われる

ことを特徴とする請求項 11 に記載の電界通信システム。

【請求項 16】 前記受信側帰還電極は、プラス電源、マイナス電源または低インピーダンスで安定した電位を示す部位に接続される

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 17】 前記受信側帰還電極は、当該受信側帰還電極を収容する導電体材によりなる筐体に接続される

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 18】 前記送信側帰還電極は、プラス電源、マイナス電源または低インピーダンスで安定した電位を示す部位に接続される

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 19】 前記送信側帰還電極は、当該送信側帰還電極を収容する導電体材によりなる筐体に接続される

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 20】 前記送信側帰還電極を前記誘電体側に配設すると共に、前記送信側主電極を装置周囲の空間に向けて配設する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電界通信システム。

【請求項 21】 前記受信側帰還電極を前記誘電体側に配設すると共に、前記受信側主電極を装置周囲の空間に向けて配設する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電界通信システム。

【請求項 22】 前記発光部はレーザー発振器として構成され、前記電気光学結晶体にレーザー光を照射する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 23】 前記受光部は、前記電気光学結晶体を透過する光の偏光状態の変化に基づき、出力する電気信号を変化させる

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 24】 前記受光部は、前記電気光学結晶体を通過する光の強度の変化に基づき、出力する電気信号を変化させる

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 25】 前記送信装置および前記受信装置は、イーサネット（登録商標）に準拠した手順で通信を行うための通信インターフェイスをさらに備え、前記通信インターフェイスを介して、外部機器との間でイーサネット型ネットワークを構築可能である

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 26】 前記変調部の変調方式および前記復調部の復調方式は、イーサネット（登録商標）に準拠した方式である

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 27】 前記送信装置と前記受信装置とが、同一装置である送受信装置として構成される

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 28】 前記送信側主電極と前記受信側主電極とが同一の電極として構成されるとともに、前記送信側帰還電極と前記受信側帰還電極とが同一の電極として構成される

ことを特徴とする請求項 27 に記載の電界通信システム。

【請求項 29】 前記送信側主電極と前記受信側主電極とが同一の電極として構成されるか、あるいは、前記送信側帰還電極と前記受信側帰還電極とが同一の電極として構成される

ことを特徴とする請求項 27 に記載の電界通信システム。

【請求項 30】 前記変調部の変調方式および前記復調部の復調方式は、A M (Amplitude Modulation: 振幅変調) 方式、P M (Phase Modulation: 位相変調) 方式、F M (Frequency Modulation: 周波数変調) 方式、P C M (Pulse Coded Modulation: パルス符号変調) 方式、S S (Spectrum Spread: スペクトラム拡散) 方式、C D M A (Code Division Multiple Access: 符号分割多重接続) 方式もしくは U W B (Ultra Wide Band: 超広帯域無線) 方式である

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界通信システム。

【請求項 31】 誘電体からの電氣的影響を受け易い位置に配置される受信側主電極と、

前記誘電体にとどく電界を発生する装置との間で静電結合を確立するための受信側帰還電極と、

前記電界によって前記受信側主電極および前記受信側帰還電極間に生じる電氣的狀態を測定する測定部とを有し、

前記測定部は、

ポッケルス効果を示す電氣光学結晶体であって、かつ光が通過する場合には該

電気光学結晶体が存在する空間の電気的狀態に応じた変化を該光に与える電気光学結晶体と、

前記電気光学結晶体に入射する光を発する発光部と、

前記電気光学結晶体を通過した光を受け、この光が前記電気光学結晶体内で受けた変化を示す電気信号を出力する受光部とを有する

ことを特徴とする電界通信装置。

【請求項 3 2】 誘電体からの電気的影響を受け易い位置に配置される受信側主電極と、

前記誘電体にとどく電界を発生する装置との間で静電結合を確立するために前記誘電体から可能な限り遠方に配設され前記誘電体周囲の空間に向けて設置された受信側帰還電極と、

前記電界によって前記受信側主電極および前記受信側帰還電極間に生じる電気的狀態を測定する測定部とを有し、

前記測定部は、

ポッケルス効果を示す電気光学結晶体であって、かつ光が通過する場合には該電気光学結晶体が存在する空間の電気的狀態に応じた変化を該光に与える電気光学結晶体と、

前記電気光学結晶体に入射する光を発する発光部と、

前記電気光学結晶体を通過した光を受け、この光が前記電気光学結晶体内で受けた変化を示す電気信号を出力する受光部とを有する

ことを特徴とする電界通信装置。

【請求項 3 3】 前記電気的狀態は電界であり、

前記受信側主電極および前記受信側帰還電極は、前記受信側主電極および前記受信側帰還電極間に生じる電界内に前記電気光学結晶体が位置するように配設される

ことを特徴とする請求項 3 1 または 3 2 に記載の電界通信装置。

【請求項 3 4】 前記静電結合は、前記送信側帰還電極および前記受信側帰還電極間の、大気を介した静電結合である

ことを特徴とする請求項 3 1 または 3 2 に記載の電界通信装置。

【請求項 35】 前記受信側主電極および前記受信側帰還電極は、前記電気光学結晶体の少なくとも一部を挟んで対向する位置に配置される

ことを特徴とする請求項 31 または 32 に記載の電界通信装置。

【請求項 36】 前記電気光学結晶体は柱状であり、前記受信側帰還電極の前記電気光学結晶体に最も近接する面は、該前記電気光学結晶体内の光路に略直交する断面内に収まる大きさ及び形状を有する

ことを特徴とする請求項 35 に記載の電界通信装置。

【請求項 37】 前記測定部は、前記受信側帰還電極に接続され、前記受信側帰還電極よりも前記電気光学結晶体に近い位置に配置され、前記受信側帰還電極と等電位となる帰還側電極を有する

ことを特徴とする請求項 31 または 32 に記載の電界通信装置。

【請求項 38】 前記電気光学結晶体は柱状であり、前記帰還側電極の前記電気光学結晶体に最も近接する面は、該前記電気光学結晶体内の光路に略直交する断面内に収まる大きさ及び形状を有する

ことを特徴とする請求項 37 に記載の電界通信装置。

【請求項 39】 前記測定部は、前記受信側主電極に接続され、前記受信側主電極よりも前記電気光学結晶体に近い位置に配置され、前記受信側主電極と等電位となる到達側電極を有する

ことを特徴とする請求項 31 または 32 に記載の電界通信装置。

【請求項 40】 前記電気光学結晶体は柱状であり、前記到達側電極の前記電気光学結晶体に最も近接する面は、該前記電気光学結晶体内の光路に略直交する断面内に収まる大きさ及び形状を有する

ことを特徴とする請求項 39 に記載の電界通信装置。

【請求項 41】 前記誘電体は人体である

ことを特徴とする請求項 31 または 32 に記載の電界通信装置。

【請求項 42】 前記発光部はレーザー発振器として構成され、前記電気光学結晶体にレーザー光を照射する

ことを特徴とする請求項 31 または 32 に記載の電界通信装置。

【請求項 43】 前記受光部は、前記電気光学結晶体を透過する光の偏光状

態の変化に基づき、出力する電気信号を変化させる

ことを特徴とする請求項 31 または 32 に記載の電界通信装置。

【請求項 44】 前記受光部は、前記電気光学結晶体を通過する光の強度の変化に基づき、出力する電気信号を変化させる

ことを特徴とする請求項 31 または 32 に記載の電界通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、人体を伝送媒体に用いた電界通信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、人体等の誘電体に誘導される静電界を用いて通信を行う方法が提唱されている。この方法は、T.G.Zimmermanによる”Personal Area Networks : Near-Field intrabody Communication.” (IBM System Journal Vol.35、No3&4、1996-MIT Media Laboratory) において紹介された技術に端を発する。この方法を利用した場合、通信機器の動作電力を低減させるとともに、機器の小型化を実現することが可能であるとされる。

【0003】

ところが、PANに基づく通信は、帰還伝送路を確保する方法に問題があった。図22に示すように、PANは大地アース (Earth Ground) を帰還伝送路として利用する。このため、送信側装置と受信側装置との間において大地アースを介して静電結合が確立されていることが必要となる。したがって、送信側装置や受信側装置を大地から離れた位置に設置すると、静電結合が弱まり、安定した通信を行うことができなくなる。この結果、PANに基づく電界通信装置は、通信可能距離が極めて短いものとなった。

【0004】

この大地アースの問題を解決し、通信可能距離を伸長する目的を持つ技術として、例えば、特開平10-229537号公報および特開2001-298425号公報等の開示された技術がある。これらの公報に開示の技術は、帰還伝送路

として、大地アースではなく大気を介した静電結合を利用して、通信可能距離の伸長を図る点に共通性がある。

【0005】

図23～図26は、帰還伝送路として大気を介した静電結合を利用する電界通信装置の通信原理を概念的に示す図である。

図23において、送信側装置が動作し、送信データに基づいて変調された信号を、電極ERBTおよび電極ERGT間において時間変化する電圧として出力する。すると、電極ERBTおよび電極ERGTに電位差が生じ、電界が放射される。ところで、一般に、人体等の誘電体は、大気に比較して電界を伝達させやすい。したがって、電極ERBTを、図24に示すように、人体等の誘電体に当接させると、電界をより遠方にまで到達させることができる。さらに、図25に示すように、送信側装置が放射した電界内に、受信側装置を設置すると、受信側装置の電極ERBRおよびERGR間に電位差が生じる。受信側装置はこれを検知し、復調することで、送信データを得ることができる。このとき、帰還伝送路として用いられているのが、送信側装置の電極ERGTと受信側装置ERGRとの間に大気を介して確立された静電結合である。このとき、図26のように、帰還伝送路として誘電体を用いてもよい。この場合、電界通信装置の通信可能距離はさらに伸長する。

上記2つの広報に開示の各技術によれば、この大地アースの問題を解決することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の広報に開示の各技術を用いても、十分に長い通信距離を確保できるわけではない。その理由を、以下に示す。

特開平10-229537号公報には、大地アースの問題を解決するために、送信側装置の帰還電極と受信側装置の帰還電極とを対向接近させ、大気を介した静電結合による帰還伝送路を確保するための最低限の構成しか開示されていない。大気を介して静電結合するためには、送信側装置および受信側装置の帰還電極間の距離が長すぎではない。仮に、同公報に記載の構成で電界通信を実行し

た場合、人間の頭部および腰部間程度の間隔が開くと、装置間の通信は不可能となる。

【0007】

特開 2001-298425 号公報に開示の技術では、帰還電極を外し、導電体材によって構成される筐体が帰還電極の代替手段として用いられている。そして、この技術では、高感度の電界センサを使用して電界を検出するようにしている。この電界センサとしては、所謂ポッケルス効果を示す電気光学素子を用いたものが用いられている。この電界センサは、トランジスタや FET (Field-Effect Transistor) を利用したものに比較して、微かな電界の変化をも測定可能ではある。しかし、帰還電極と筐体とを兼用する構成では、受信側装置に到達した電界が装置内部で具体的にどのような分布となるかが不明である。仮に、電界センサが配設された部位に、ごく一部の電界しか到達しなければ、電界の変化に対する感度が向上することにはならない。つまり、同公報に開示された技術では、電界センサの配設位置がどの程度の電界密度となるかが厳密には予測できないから、受信感度が十分に向上するとは限らない。

【0008】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、十分に長い通信距離を確保することのできる、電界通信装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の課題に鑑みて、本発明は、誘電体へ電氣的影響を与え易い位置に配置される送信側主電極と、送信側帰還電極と、電気信号を生成する信号生成部と、前記送信側主電極および前記送信側帰還電極間の電位差を前記電気信号に従って変化させる変調部とを有する送信装置と、前記誘電体からの電氣的影響を受け易い位置に配置される受信側主電極と、前記送信側帰還電極との間で静電結合を確立するための受信側帰還電極と、前記受信側主電極および前記受信側帰還電極間に生じる電氣的状態を測定する測定部とを有する受信装置とを有し、前記測定部は、ポッケルス効果を示す電気光学結晶体であって、かつ光が通過する場合には該電気光学結晶体が存在する空間の電氣的状態に応じた変化を該光に与える電気光

学結晶体と、前記電気光学結晶体に入射する光を発する発光部と、前記電気光学結晶体を通過した光を受け、この光が前記電気光学結晶体内で受けた変化を示す電気信号を出力する受光部とを有することを特徴とする電界通信システムを提供する。かかる電界通信システムにより、送信装置および受信装置間の静電結合を強めるとともに、高感度の電気光学結晶体を利用することが可能である。

【0010】

また、本発明は、誘電体へ電氣的影響を与え易い位置に配置される送信側主電極と、送信側帰還電極と、電気信号を生成する信号生成部と、前記送信側主電極および前記送信側帰還電極間の電位差を前記電気信号に従って変化させる変調部とを有する送信装置と、前記誘電体からの電氣的影響を受け易い位置に配置される受信側主電極と、前記送信側帰還電極との間で静電結合を確立するために前記誘電体から可能な限り遠方に配設され前記誘電体周囲の空間に向けて設置された受信側帰還電極と、前記受信側主電極および前記受信側帰還電極間に生じる電氣的状態を測定する測定部とを有する受信装置とを有し、前記測定部は、ポッケルス効果を示す電気光学結晶体であって、光が通過する場合には該電気光学結晶体が存在する空間の電氣的状態に応じた変化を該光に与える電気光学結晶体と、前記電気光学結晶体に入射する光を発する発光部と、前記電気光学結晶体を通過した光を受け、この光が前記電気光学結晶体内で受けた変化を示す電気信号を出力する受光部とを有することを特徴とする電界通信システムを提供する。かかる電界通信システムにより、送信装置および受信装置間の静電結合を強めるとともに、高感度の電気光学結晶体を利用することが可能である。

【0011】

好ましい態様において、前記電氣的状態は電界であり、前記受信側主電極および前記受信側帰還電極は、前記受信側主電極および前記受信側帰還電極間に生じる電界内に前記電気光学結晶体が位置するように配設される。そうすることで、電気光学結晶体を、十分な電界密度の元に置くことができる。

また、別の好ましい態様において、前記静電結合は、前記送信側帰還電極および前記受信側帰還電極間の、大気を介した静電結合である。そうすることで、装置の設置位置によらず、通信可能距離を伸長することが可能となる。

また、別の好ましい態様において、前記受信側主電極および前記受信側帰還電極は、前記電気光学結晶体の少なくとも一部を挟んで対向する位置に配置される。そうすることで、電気光学結晶体を、十分に電界が通過する。

また、別の好ましい態様において、前記電気光学結晶体は柱状であり、前記受信側帰還電極の前記電気光学結晶体に最も近接する面は、該前記電気光学結晶体内の光路に略直交する断面内に収まる大きさ及び形状を有する。そうすることで、電気光学結晶体は電界の変化に対して効率よく反応する。

また、別の好ましい態様において、前記測定部は、前記受信側帰還電極に接続され、前記受信側帰還電極よりも前記電気光学結晶体に近い位置に配置され、前記受信側帰還電極と等電位となる帰還側電極を有する。そうすることで、電界は受信側帰還電極により多く到達する。

また、別の好ましい態様において、前記電気光学結晶体は柱状であり、前記帰還側電極の前記電気光学結晶体に最も近接する面は、該前記電気光学結晶体内の光路に略直交する断面内に収まる大きさ及び形状を有する。そうすることで、電気光学結晶体に影響を与えた電界が受信側帰還電極により多く到達する。

また、別の好ましい態様において、前記測定部は、前記受信側主電極に接続され、前記受信側主電極よりも前記電気光学結晶体に近い位置に配置され、前記受信側主電極と等電位となる到達側電極を有する。そうすることで、電界が電気光学結晶体に到達する。

また、別の好ましい態様において、前記電気光学結晶体は柱状であり、前記到達側電極の前記電気光学結晶体に最も近接する面は、該前記電気光学結晶体内の光路に略直交する断面内に収まる大きさ及び形状を有する。そうすることで、電気光学結晶体により多く電界を到達させることができる。

【0012】

また、別の好ましい態様において、前記誘電体は人体である。そうすることで、人体を伝送媒体とすることが可能となる。

また、別の好ましい態様において、前記送信装置および前記受信装置は人体に装着される。そうすることで、人体を伝送媒体として電界通信が可能となる。

また、別の好ましい態様において、前記送信装置が装着される人体と、前記受

信装置が装着される人体とは、各々別の人体である。そうすることで、複数の人体を伝送媒体とし、人体間での電界通信が可能となる。

また、別の好ましい態様において、前記送信装置は人体に装着され、前記受信装置は前記送信装置が装着された人体以外に配設され、前記送信装置を装着した人体が、前記受信装置における前記受信側主電極に接触すると、前記送信装置および前記受信装置間で通信が行われる。そうすることで、電界通信装置を装着した利用者の意志に基づく通信が可能となる。

また、別の好ましい態様において、前記受信装置は人体に装着され、前記送信装置は前記送信装置が装着された人体以外に配設され、前記受信装置を装着した人体が、前記送信装置における前記送信側主電極に接触すると、前記受信装置および前記送信装置間で通信が行われる。そうすることで、電界通信装置を装着した利用者の意志に基づく通信が可能となる。

【0013】

また、別の好ましい態様において、前記受信側帰還電極は、プラス電源、マイナス電源または低インピーダンスで安定した電位を示す部位に接続される。そうすることで、より安定した通信を行うことができる。

また、別の好ましい態様において、前記受信側帰還電極は、当該受信側帰還電極を収容する導電体材によりなる筐体に接続される。そうすることで、より安定した通信を行うことができる。

また、別の好ましい態様において、前記送信側帰還電極は、プラス電源、マイナス電源または低インピーダンスで安定した電位を示す部位に接続される。そうすることで、より安定した通信を行うことができる。

また、別の好ましい態様において、前記送信側帰還電極は、当該送信側帰還電極を収容する導電体材によりなる筐体に接続される。そうすることで、より安定した通信を行うことができる。

また、別の好ましい態様において、上記の電界通信システムは、前記送信側帰還電極を前記誘電体側に配設すると共に、前記送信側主電極を装置周囲の空間に向けて配設する。この場合も、両電極間に生じた電位差によって装置周囲の空間に電界を発生させることができる。

また、別の好ましい態様において、上記の電界通信システムは、前記受信側帰還電極を前記誘電体側に配設すると共に、前記受信側主電極を装置周囲の空間に向けて配設する。この場合も、前記測定部を用いて、両電極間に生じた電界を測定することができる。

【0014】

また、別の好ましい態様において、前記発光部はレーザー発振器として構成され、前記電気光学結晶体にレーザー光を照射する。そうすることで、電気光学結晶体の特性を活用して電界を捉えることができる。

また、別の好ましい態様において、前記受光部は、前記電気光学結晶体を透過する光の偏光状態の変化に基づき、出力する電気信号を変化させる。そうすることで、電界の変化に基づき、電気信号を変化させることができる。

また、別の好ましい態様において、前記受光部は、前記電気光学結晶体を通過する光の強度の変化に基づき、出力する電気信号を変化させる。そうすることで、電界の変化に基づき、電気信号を変化させることができる。

【0015】

また、別の好ましい態様において、前記送信装置および前記受信装置は、イーサネット（登録商標）に準拠した手順で通信を行うための通信インターフェイスをさらに備え、

前記通信インターフェイスを介して、外部機器との間でイーサネット型ネットワークを構築可能である。そうすることで、電界通信ができない機器との間で通信を行うことができる。

また、別の好ましい態様において、前記変調部の変調方式および前記復調部の復調方式は、イーサネット（登録商標）に準拠した方式である。そうすることで、別の通信端末から、送信装置または受信装置をイーサネットデバイスとして認識させることができる。

また、別の好ましい態様において、前記送信装置と前記受信装置とが、同一装置である送受信装置として構成される。そうすることで、送信装置および受信装置双方向の電界通信が可能となる。

また、別の好ましい態様において、前記送信側主電極と前記受信側主電極とが

同一の電極として構成されるとともに、前記送信側帰還電極と前記受信側帰還電極とが同一の電極として構成される。そうすることで、機器構成を、より簡易なものとする。

また、別の好ましい態様において、前記送信側主電極と前記受信側主電極とが同一の電極として構成されるか、あるいは、前記送信側帰還電極と前記受信側帰還電極とが同一の電極として構成される。そうすることで、機器の利用用途に適する機器構成を選択可能となる。

また、別の好ましい態様において、前記変調部の変調方式および前記復調部の復調方式は、AM (Amplitude Modulation: 振幅変調) 方式、PM (Phase Modulation: 位相変調) 方式、FM (Frequency Modulation: 周波数変調) 方式、PCM (Pulse Coded Modulation: パルス符号変調) 方式、SS (Spectrum Spread: スペクトラム拡散) 方式、CDMA (Code Division Multiple Access: 符号分割多重接続) 方式もしくはUWB (Ultra Wide Band: 超広帯域無線) 方式である。複数の変調方式を用いることで、同時に送受信可能な信号の数を増すことができる。

【0016】

そして、本発明は、誘電体からの電氣的影響を受け易い位置に配置される受信側主電極と、前記誘電体にとどく電界を発生する装置との間で大気を介した静電結合を確立するための受信側帰還電極と、前記電界によって前記受信側主電極および前記受信側帰還電極間に生じる電氣的状態を測定する測定部とを有し、前記測定部は、ポッケルス効果を示す電気光学結晶体であって、かつ光が通過する場合には該電気光学結晶体が存在する空間の電氣的状態に応じた変化を該光に与える電気光学結晶体と、前記電気光学結晶体に入射する光を発する発光部と、前記電気光学結晶体を通過した光を受け、この光が前記電気光学結晶体内で受けた変化を示す電気信号を出力する受光部とを有することを特徴とする電界通信装置を提供する。かかる電界通信システムにより、送信装置との間の静電結合を強めるとともに、高感度の電気光学結晶体を利用することが可能である。

【0017】

さらに、本発明は、誘電体からの電氣的影響を受け易い位置に配置される受信

側主電極と、前記誘電体にとどく電界を発生する装置との間で大気を介した静電結合を確立するために前記誘電体から可能な限り遠方に配設され前記誘電体周囲の空間に向けて設置された受信側帰還電極と、前記電界によって前記受信側主電極および前記受信側帰還電極間に生じる電気的狀態を測定する測定部とを有し、前記測定部は、ポッケルス効果を示す電気光学結晶体であって、かつ光が通過する場合には該電気光学結晶体が存在する空間の電気的狀態に応じた変化を該光に与える電気光学結晶体と、前記電気光学結晶体に入射する光を発する発光部と、前記電気光学結晶体を通過した光を受け、この光が前記電気光学結晶体内で受けた変化を示す電気信号を出力する受光部とを有することを特徴とする電界通信装置を提供する。かかる電界通信システムにより、送信装置との間の静電結合を強めるとともに、高感度の電気光学結晶を利用することが可能である。

【0018】

好ましい態様において、前記電気的狀態は電界であり、前記受信側主電極および前記受信側帰還電極は、前記受信側主電極および前記受信側帰還電極間に生じる電界内に前記電気光学結晶体が位置するように配設される。そうすることで、電気光学結晶を、十分な電界密度の元に置くことができる。

また、別の好ましい態様において、前記静電結合は、前記送信側帰還電極および前記受信側帰還電極間の、大気を介した静電結合である。そうすることで、装置の設置位置によらず、通信可能距離を伸長することが可能となる。

また、別の好ましい態様において、前記受信側主電極および前記受信側帰還電極は、前記電気光学結晶体の少なくとも一部を挟んで対向する位置に配置される。そうすることで、電気光学結晶を、十分に電界が通過する。

また、別の好ましい態様において、前記電気光学結晶体は柱状であり、前記受信側帰還電極の前記電気光学結晶体に最も近接する面は、該前記電気光学結晶体内の光路に略直交する断面内に収まる大きさ及び形状を有する。そうすることで、電気光学結晶は電界の変化に対して効率よく反応する。

また、別の好ましい態様において、前記測定部は、前記受信側帰還電極に接続され、前記受信側帰還電極よりも前記電気光学結晶体に近い位置に配置され、前記受信側帰還電極と等電位となる帰還側電極を有する。そうすることで、電界は

受信側帰還電極により多く到達する。

また、別の好ましい態様において、前記電気光学結晶体は柱状であり、前記帰還側電極の前記電気光学結晶体に最も近接する面は、該前記電気光学結晶体内の光路に略直交する断面内に収まる大きさ及び形状を有する。そうすることで、電気光学結晶体に影響を与えた電界が受信側帰還電極により多く到達する。

また、別の好ましい態様において、前記測定部は、前記受信側主電極に接続され、前記受信側主電極よりも前記電気光学結晶体に近い位置に配置され、前記受信側主電極と等電位となる到達側電極を有する。そうすることで、電界が電気光学結晶体に到達する。

また、別の好ましい態様において、前記電気光学結晶体は柱状であり、前記到達側電極の前記電気光学結晶体に最も近接する面は、該前記電気光学結晶体内の光路に略直交する断面内に収まる大きさ及び形状を有する。そうすることで、電気光学結晶体により多く与えるように電界を到達させることができる。

また、別の好ましい態様において、前記誘電体は人体である。そうすることで、人体を伝送媒体とすることが可能となる。

また、別の好ましい態様において、前記発光部はレーザー発振器として構成され、前記電気光学結晶体にレーザー光を照射する。そうすることで、電気光学結晶体の特性を活用して電界を捉えることができる。

また、別の好ましい態様において、前記受光部は、前記電気光学結晶体を透過する光の偏光状態の変化に基づき、出力する電気信号を変化させる。そうすることで、電界の変化に基づき、電気信号を変化させることができる。

また、別の好ましい態様において、前記受光部は、前記電気光学結晶体を通過する光の強度の変化に基づき、出力する電気信号を変化させる。そうすることで、電界の変化に基づき、電気信号を変化させることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】

< 1. 実施形態の構成 >

以下、本発明の一実施形態を図面を参照しつつ説明する。

図1は、本実施形態に係る電界通信装置 T R X の一設置例を示した図である。

図1に示すように、電界通信装置TRXは、人体HBに装着される。そして、電界通信装置TRXは、人体HBが良い導電性を示す数十kHz～数MHzの周波数で変化する電界を放射するとともに、人体HBを介して到達した電界を検知することができる。したがって、複数の電界通信装置TRX間で、人体HBを介して通信を行うことが可能である。

電界通信装置TRXは、ある周波数に対して導電性を有する誘電体であれば、どのようなものをも伝送路として利用することができる。したがって、電界通信装置TRXは、人体HB以外にも、例えば、部屋の壁、床、および天井など、種々の位置に配設することが可能である。また、電界通信装置TRXは、大気を介した静電結合を帰還伝送路とすることも可能であるし、誘電体を介して帰還伝送路を確保することも可能である。

【0020】

図2は、電界通信装置TRXの外観構成を示す斜視図である。

筐体CSは、絶縁体ISによって覆われた箱型形状をしている。そして、筐体CSの下面側に、絶縁体ISを介して、送信側主電極ESBおよび受信側主電極ERBが設けられている。一方、筐体CSの上面側には、絶縁体ISを介して、送信側帰還電極ESGおよび受信側帰還電極ERGが設けられている。上記構成において、送信側主電極ESBおよび受信側主電極ERBと、送信側帰還電極ESGおよび受信側帰還電極ERGとは、絶縁体ISによって絶縁されている。ここで、送信側主電極ESBおよび受信側主電極ERBは、筐体CSや筐体CS内部の回路から、なるべく離して設置することが望ましい。絶縁体ISは、送信側主電極ESBおよび受信側主電極ERBと、他の装置との距離を確保する機能も果たしている。この具体的理由については、後述する。

【0021】

送信側主電極ESBと送信側帰還電極ESGとの間に電位差が生じると、この電位差に応じた電界が放射される。この電界は、人体HBを介すると、より遠方まで到達する。送信側帰還電極ESGは、大気を介した静電結合によって帰還伝送路を確立する際に用いられ、人体HBに装着されると、周囲の空間に向くようになっている。

【0022】

送信側主電極ESBが放射する電界は、送信側主電極ESBが人体HBに当接している場合に、最も遠くまで到達する。しかし、送信側主電極ESBが放射する電界は、衣服等若干の空間を介した場合であっても人体HBに到達し、人体HBを介して遠くまで到達する。この場合、電界の到達距離はやや短くなるが、感電や皮膚アレルギーに対する利用者の不安を低減させることができる。また、同様の理由により、送信側主電極ESBおよび送信側帰還電極ESGの表面を、薄い絶縁体で覆っても構わない。

【0023】

図3は、電界通信装置TRXの電氣的構成を示すブロック図である。

図3に示すように、電界通信装置TRXは、外部インターフェイスNICと、制御部CRと、送信部TMと、受信部RVと、を備えている。

【0024】

外部インターフェイスNICは、外部機器との間でイーサネット（登録商標）形式のデータ授受を行うインターフェイスである。この外部インターフェイスNICには、イーサネットの一形式である10BASE-2方式に従って動作可能なあらゆる機器を接続可能である。例えば、外部インターフェイスNICを介して、電界通信装置TRXと通信端末（図示せず）とを接続することが可能である。この場合、通信端末は、電界通信装置TRXをイーサネットデバイスとして認識する。

【0025】

制御部CRは、送信側制御部MPUTと、受信側制御部MPURとを備えている。

送信側制御部MPUTは、他の電界通信装置TRXへのデータ送信を制御する。より具体的には、送信側制御部MPUTは、他の電界通信装置TRXに送信すべきデータを、その内容に応じた送信信号に変換する。そして、送信側制御部MPUTは、送信信号を送信部TMに供給する。

一方、受信側制御部MPURは、受信部RVから信号を受信すると、これに基づきデータを復元する。そして、受信側制御部MPURは、復元したデータを処

理する。例えば、受信した送信信号から画像データが復元された場合、受信側制御部MPURは、そのデータを表示装置（図示略）に表示する。また例えば、受信した送信信号から音声データが復元された場合、受信側制御部MPURは、そのデータに基づく音声をスピーカ（図示略）から出力する。

【0026】

送信部TMは、変調装置ECと、送信アンプAPとを備えている。

変調装置ECは、送信側制御部MPUTから入力された送信信号を用いて、電界を変調する。変調装置ECが電界を変調する際の変調方式は、主となる信号帯域が人体が良導性を示す数十kHz以上であれば、どのような帯域も自由に選択することができる。本実施例では、例として、イーサネットで広く用いられている10BASE-2方式を用いている。また、搬送波の周波数は、周囲からのノイズが入りにくい周波数を選択すれば、通信品質を安定したものとすることが可能である。そして、変調装置ECは変調された信号を送信アンプAPに出力する。

【0027】

送信側帰還電極ESGは、送信アンプの端子Qに接続されている。これによって、送信側主電極ESBと送信側帰還電極ESGとの間に電位差が発生し、周囲の空間に放射される。送信側帰還電極ESGが接続されるのは、送信アンプの端子Q以外にも、例えば、プラス電源およびマイナス電源などの低インピーダンスの信号源や、筐体CS等に接続することが可能である。これらの低インピーダンスの信号源に送信側帰還電極ESGを接続することで、放射される電界を安定させることが可能である。

【0028】

なお、送信される電界が十分安定していれば、送信側帰還電極ESGは、いずれにも接続しなくても構わない。また、ショートによる電界の減衰を防ぐために、筐体CSや送信側帰還電極ESGは、人体HBや送信側主電極ESBとは絶縁されている必要がある。また、これとは逆に、送信アンプAPの端子Pを、送信側帰還電極ESGに、端子Qを送信側主電極ESB側に接続しても構わない。この場合、放射される電界の極性は上述の場合とは逆になるが、電界の極性に無関

係なFM等の変調方式を用いたり、送受信回路の何れか一方に極性反転回路を装備する等の対処により、正常な通信を行うことが可能である。

【0029】

送信アンプAPは、変調装置ECから信号が入力されると、これを増幅し、信号の増幅に応じた電位差を、端子PおよびQ間に発生させる。

図4は、送信アンプAPの電氣的構成を示す図である。同図に示す送信アンプAPは、連続した振幅値を持つ変調方式に適する。この送信アンプAPの駆動電圧を高電圧にすると、送信信号の振幅を増幅することが可能となる。同図に示すように、送信アンプAPの端子Pは、送信側主電極ESBと接続されている。したがって、送信アンプAPに変調された信号が入力されると、人体HBに向けて、端子PおよびQ間に発生した電位差に応じた電界が放射される。なお、電界通信装置TRXの送信電圧は高いことが好ましいが、送信電極を通じて流れる電流はごく僅かである。したがって、送信アンプAPの電源供給能力は高くなくても良い。

【0030】

なお、端子Qを接続する部位は、安定した電位を示すものであれば、何でも構わない。例えば、上記の構成以外にも、低インピーダンスで安定した電位を示す部位があれば、この部位に端子Qを接続可能である。また、端子Qをプラス電源またはマイナス電源に接続し、電源電位に保っても良い。さらに、端子Qの電位を安定した電位に保つことが困難である場合には、端子Qを何れにも接続せず、大気の電位に保っても構わない。

【0031】

次に、受信部RVは、電界センサESと、復調装置DCとを備える。

電界センサESは、非常に微弱な電界を識別可能である。電界センサESは、他の電界通信装置が放射した電界が到達した場合に、電界の変化を捉える。そして、電界センサESは、捉えた変化に基づいて、変調された信号を識別し、これを復調装置DCに出力する。復調装置DCは、電界センサESから信号を供給されると、これを復調して、もとの送信信号を得る。

【0032】

図3に示すように、電界センサESは、電気光学結晶EOと、光測定器DTと、を備えている。

電気光学結晶EOは、例えばBSO ($\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$)、BTO ($\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$)、CdTi、CdTe、DAST (ジメチルアミノスルチバゾリウムトシレート) 等の結晶であり、所謂ポッケルス効果に従い、電界の変化に比例して屈折率が変化する結晶である。光測定器は、レーザーダイオード等により構成され、電気光学結晶EOにレーザー光線を入射する光照射器と、フォトデテクタ等により構成され、光照射器から入射されたレーザー光線を受光する受光器とを備えている。

【0033】

図5は、電界センサESの機械的構成を示す図である。

光照射器LDから電気光学結晶EOに入射したレーザー光線は、電気光学結晶EO内部で反射して、受光器PDに設けられた偏光板を通過し、受光器PDに入射する。このとき、電気光学結晶EOの屈折率が変化すると、この変化に応じて、電気光学結晶EOを透過するレーザー光線の偏光状態が変化する。この変化は、偏光板を通過するレーザー光線の強度に変化をもたらす。この変化を測定することで、光測定器DTは、電界の変化を識別することができる。

【0034】

そして、電界センサESは、具体的には次のようにして信号を得る。

例えば、他の電界通信装置TRXが放射した電界内において、受信側主電極ERBおよび受信側帰還電極ERGに電位差が生じたとする。すると、これに応じて、電気光学結晶EOの屈折率は変化し、レーザー光線の偏光状態が変化する。光測定器DTは、この偏光状態の変化を測定する。屈折率の変化は電界の変化に基づくものであり、この電圧変化は電界を放射した電界通信装置TRXにおいて変調された信号に基づく。したがって、復調装置DCが、光測定器DTから測定結果を10BASE-2方式で復調すれば、もとの送信信号を得ることになる。

なお、電気光学結晶EO及び光測定器DTから構成された電界センサが電界を捉える方法は、公知のものであり、特開平8-262117号公報等に開示されているものと同一である。

【0035】

くわえて、本実施形態の電界通信装置 T R X は、電気光学結晶 E O が十分に電界変化を検知可能とし、電界を捉える感度を向上させるための仕組みを備えている。以下、これについて詳述する。

【0036】

まず、電気光学結晶 E O は、必ずしも受信側帰還電極 E R G を備えていない場合であっても、原理的には通信可能である。しかしながら、この場合、電気光学結晶 E O が十分に電界を捉えることができず、電界通信装置 T R X の通信可能距離が短縮される。

図 6 は、受信側帰還電極 E R G を設けていない場合に、電界センサ E S が電界を捉える様子を概念的に示す図である。同図において、受信側主電極 E R B を介して電気光学結晶 E O に到達した電界は、受信側主電極 E R B を通過するとすぐに、電気光学結晶 E O の側面を通過して帰還経路に入っている。電界が、電気光学結晶 E O を十分に通過しないまま帰還経路に入るということは、電気光学結晶 E O が電界から受ける影響が小さいということである。電気光学結晶 E O が電界から受ける影響が小さいということは、電気光学結晶 E O の屈折率の変化が小さいということである。これは、電界通信装置 T R X の受信感度が上がらないことを意味する。

【0037】

一方、上述した図 3 に示す構成のように、受信側帰還電極 E R G を設けると、電界センサ E S が十分に電界を捉えることができるようになる。その結果、電界通信装置 T R X の通信可能距離は伸長される。

図 7 は、受信側帰還電極 E R G を設けた場合に、電界センサ E S が電界を捉える様子を概念的に示す図である。同図では、受信側主電極 E R B が、送信側主電極 E S B と同様に、人体 H B の近傍に設置されている。受信側帰還電極 E R G は、送信側帰還電極 E S G と同様に、筐体 C S の上表面に周囲空間に向けて設置されている。また、電界センサ E S は、受信側帰還電極 E R G と受信側主電極 E R B との間に挟まれるように設置されている。ここで、ショートによる電界の減衰を防ぐために、筐体 C S や受信側帰還電極 E R G は、人体 H B や受信側主電極 E

R Bとは絶縁されている必要がある。

【0038】

図7において、電界は、受信側主電極E R Bと受信側帰還電極E R Gとによって、電界通信装置T R X周囲の空間の電界が引き寄せられている。そして、電界は、受信側主電極E R Bおよび受信側帰還電極E R Gに挟まれて設置されている電界センサE Sを貫くこととなる。このとき、光測定器D Tは、電界センサE Sにレーザー光を照射し、電界センサE Sを通ってきた光の変更状態や強度の変化を検知し、電界センサE Sを貫いている電界の変化を、電気信号の変化として検出する。

【0039】

さて、図3の構成からさらに、電界センサE Sの一部分に電極構造E O Bを設け、受信側主電極E R Bと電氣的に接続すると、受信側主電極E R Bに到達した電界を効率良く電界センサE Sに導くことができるようになる。

図8は、電極構造E O Bを受信側主電極E R Bと電氣的に接続した場合の構成を示すブロック図である。そして、図9は、電極構造E O Bを受信側主電極E R Bと電氣的に接続した場合に、電界センサE Sが電界を捉える様子を概念的に示す図である。

図9に示すように、受信側主電極E R Bを介して電気光学結晶E Oに到達した電界は、電極構造E O Bの電位によって、受信側帰還電極が配設された方向に引き付けられる。そのため、電気光学結晶E Oにより多くの電界を引き付けることができるようになる。

【0040】

さらに、電極構造E O Bの対向部分に電極構造E O Gを設け、これを受信側帰還電極E R Gと電氣的に接続することで、電界センサE Sに効率的に電界を導くことができるようになる。

図10は、電極構造E O Gを受信側帰還電極E R Gと電氣的に接続した場合の構成を示すブロック図である。そして、図11は、電極構造E O Gを受信側帰還電極E R Gと電氣的に接続した場合に、電界センサE Sが電界を捉える様子を概念的に示す図である。

図11に示すように、受信側主電極ERBに到達した電界は、電極構造EOBの電位によって、電気光学結晶EOが配設された位置に引き付けられる。そして、電界は、電極構造EOGの電位によって、受信側帰還電極ERGが配設された方向に引き付けられる。その結果、電気光学結晶EOを効率的に電界が通過することとなり、電界センサESは、より十分に電界の変化を捉えることができるようになる。

【0041】

くわえて、上記の各態様において、受信側帰還電極ERGを、電界通信装置TRX内部の回路における信号グラウンド、プラス電源やマイナス電源、筐体CS等の、低インピーダンスの信号源に接続することも可能である。受信側帰還電極ERGを、低インピーダンスの信号源に接続することで、電界センサESに導かれる電界を、さらに安定させることが可能となる。

図12～図14は、受信側帰還電極ERGを低インピーダンスの信号源に接続する場合の各態様について説明するブロック図である。図12は、電界センサESに電極構造を設けていない場合の接続例を示す。図13は、電界センサESに電極構造EOBを設けた場合の接続例を示す。図14は、電界センサESに電極構造EOBおよび電極構造EOGを設けた場合の接続例を示す。

【0042】

なお、上記の例とは逆に、受信側帰還電極ERGを人体HB側に、受信側主電極ERBを周囲の空間に向けて設置しても構わない。この場合、検出される電界の極性が逆になるが、極性に無関係なFM等の変調方式を用いたり、送受信回路の何れかに極性反転回路を装備すればよい。大気は誘電体であり、電界通信装置TRXは、正常に通信可能である。

また、電界通信装置TRXは、送信側主電極ESB、送信側帰還電極ESG、受信側主電極ERBおよび受信側帰還電極ERGの形状や配設位置を調節することで、電気光学結晶EOに効率的に電界を通過させることの可能な構成であれば良い。各電極の形状はどのようなものであっても構わず、また、どのように配置されても構わない。

【0043】

以上の構成により、電界通信装置 T R X は、高感度の電界センサによって十分に電界を捉えることが可能となる。その結果、電界通信装置 T R X の通信可能距離は、従来の装置に比較して、大きく伸長するのである。

【0044】

<2. 実施形態の動作>

次に、上記構成による電界通信装置 T R X の具体的な設置例および動作例について説明する。説明を具体的に行うため、機能が各々異なる複数の電界通信装置 T R X 1 ~ 5 を例にとり、これらの電界通信装置 T R X 間の通信について説明する。

【0045】

電界通信装置 T R X 1 には、例えば、和音キーボード (Chordkeyboard) 等の携帯型キーボードが装着されている。この電界通信装置 T R X 1 は、入力インターフェイスとして利用され、各種のデータを入力することが可能である。また、電界通信装置 T R X 1 にはスピーカが備わっており、音声出力が可能である。

電界通信装置 T R X 2 には、例えば、F l a s h メモリ等の不揮発性メモリが装着されている。この不揮発性メモリには、各種の情報を記憶することが可能である。つまり、電界通信装置 T R X 2 は、記憶装置として用いることができる。

電界通信装置 T R X 3 には、例えば、無線 L A N (Local Area Network) インターフェイスや携帯電話 (ともに図示せず) 等の通信インターフェイスが装着されている。電界通信装置 T R X 3 は、L A N を構成する他の通信端末との間での通信や、インターネット (the Internet) 等の W A N (Wide Area Network) を介した通信等において、ゲートウェイ装置として用いられる。

電界通信装置 T R X 4 には、例えば、フィルム液晶等によって構成される小型表示装置を備えるヘッドマウントディスプレイが装着されている。つまり、電界通信装置 T R X 4 は、表示装置として用いられる。

電界通信装置 T R X 5 は、屋内設置型の装置として構成される。電界通信装置 T R X 5 の受信側主電極 E R B および受信側帰還電極 E R G は、部屋の床面、壁面、乃至天井面に設置されている。電界通信装置 T R X 5 は、電界通信装置 T R X 3 と同様に、L A N を構成する他の通信端末との間での通信や、W A N を介し

た通信において、ゲートウェイ装置として用いられる。

【0046】

なお、以下の説明においては、電界通信装置TRX1の構成要素については、図3において使用される各符号に"1"を付加した符号を各々を特定するために使用する。また、電界通信装置TRX2の構成要素については、図3において使用される各符号に"2"を付加した符号を各々を特定するために使用する。電界通信装置TRX3～5についても、同様である。

【0047】

<設置例1>

図15は、設置例1における通信を概念的に示す図である。同図には、電界通信装置TRX1およびTRX2間の通信が例示されている。

【0048】

まず、電界通信装置TRX2の送信側制御部MPUT2が、電界通信装置TRX1に送信すべきデータを、送信信号に変換する。そして、送信側制御部MPUT2は、送信信号を変調装置EC2に出力する。変調装置EC2は、送信信号によって搬送波を変調する。そして、変調装置EC2は、変調された信号を送信アンプAP2に出力する。送信アンプAP2は、変調された信号を増幅し、端子P2および端子Q2間の電圧変化に変換する。すると、この電圧変化に基づき、送信側主電極ESB2から電界が放射される。この電界は、人体HBを介して、電界通信装置TRX2の設置されている位置に到達する。

【0049】

電界通信装置TRX2の放射した電界が到達すると、電界通信装置TRX1において、電気光学結晶EO1の屈折率が変化する。この結果、光測定器DT1の受光部に入射するレーザー光の偏光状態が変化する。そして、光測定器DT1は、受光量の変化に応じた電気信号を、復調装置DC1に出力する。復調装置DC1は、入力された電気信号を復調する。復調装置DC1は、復調した信号を、受信側制御部MPUR1に出力する。受信側制御部MPUR1は、復調装置DC1から入力された信号に基づき、電界通信装置TRX2が送信したデータを得る。そして、受信側制御部MPUR1は、取得したデータに基づく処理を実行する。

【0050】

<設置例 2>

図16は、設置例2における通信を概念的に示す図である。同図には、利用者Aの装着する電界通信装置TRX2aと、利用者Bの装着する電界通信装置TRX2bとの間の通信が例示されている。

【0051】

まず、電界通信装置TRX2aの送信側主電極ERB2aからは、送信すべきデータによって変調された電界が放射されている。この状態において、例えば握手する等、利用者Aの身体と利用者Bの身体とが接すると、利用者Aに放射されている電界が、利用者Bに伝達する。そして、電界通信装置TRX2bに電界が到達する。すると、電界通信装置TRX2bは、電界通信装置TRX2aが送信したデータを得、これに基づく処理を実行する。

なお、電界通信装置TRX2から変調された信号が放射される過程、および、電界通信装置TRXbにおいて信号が復調されデータが取得される過程の動作については、設置例1と同様であるため、その説明を省略する。

【0052】

<設置例 3>

図17は、設置例3における通信を概念的に示す図である。同図には、複数の電界通信装置TRX1～TRX4間の通信が例示されている。

本設置例に示す態様は、電界通信装置TRX1～4が電界通信を行うものである。つまり、入出力装置、記憶装置およびゲートウェイ装置が、人体HBをバスとして通信している。さらに、本設置例では、電界通信装置TRX5を介して、LANに接続された通信端末と通信を行ったり、WANを介した通信を行うことも可能である。

なお、各装置間において行われる通信の過程は、設置例1と同様であるため、説明を省略する。

【0053】

<設置例 4>

図18は、設置例4における各装置間の通信を概念的に示す図である。同図に

は、電界通信装置 T R X 2 および自動販売機 V M 間の通信が例示されている。このように、電界通信装置 T R X を屋外設置型の装置に装着し、人体に装着される電界通信装置 T R X との間で通信を行うことも可能である。

【0054】

図 18 に示す自動販売機 V M には、電界通信装置 T R X が内蔵されている。そして、自動販売機 V M の利用者が飲料を購入する際に押下すべき購入ボタンは、受信側主電極 E R B として構成されている。一方、受信側帰還電極 E R G は、例えば装置前面の下方等、利用者が直接触れる可能性の低い位置に設けられている。ここで、利用者が受信側主電極 E R B と受信側帰還電極 E R G とを同時に触れることの出来ない構成であれば、受信側帰還電極 E R G は何処に配設しても構わない。電界通信装置 T R X 同士の静電結合を高め、通信品質を安定させるためには、受信側帰還電極 E R G は受信側主電極 E R B の近傍に設置することが好ましい。

【0055】

利用者が、例えば電子マネーバリュー等によって変調された電界を電界通信装置 T R X 2 から放射した状態で、自動販売機 V M の購入ボタンを押下する。すると、電界通信装置 T R X 2 と自動販売機 V M との間で通信が行われ、自動販売機 V M は、利用者の押下した購入ボタンに予め対応付けられている商品を排出する。

なお、電界通信装置 T R X 2 および自動販売機 V M 間の通信過程は、上記複数の電界通信装置 T R X 間における通信と同様であるため、説明を省略する。

【0056】

上記の場合において、仮に、微弱無線による近距離無線通信を利用したと想定する。すると、利用者が近傍を通過しただけで通信が行われ、装置内部に記憶される情報が流出する場合がある。しかし、電界通信装置 T R X の場合、利用者が触れない限り、外部機器と通信が行われることはない。このため、装置内部に記憶される情報がむやみに外部に流出することを防止したり、情報を外部に送出することに関する利用者の意思確認を行ったりすることが容易となる。つまり、電界通信装置 T R X は、個人認証や物品販売を行う機器への応用に優れているとい

うことができる。

【0057】

<設置例5>

図19は、設置例5における各装置間の通信を概念的に示す図である。

電界通信装置TRX5を利用すると、上記設置例3と同様に、LANやWANを介した通信を行うことが可能である。本設置例では、電界通信装置TRX5の受信側主電極ERBが床面に設けられている。そのため、利用者Aが受信側主電極ERBの配設位置に立っただけで、電界通信を行うことも可能である。電子メールの受信確認は勿論、テレビ番組の番組選択やビデオオンデマンドの配信コンテンツ選択等、本設置例の適用範囲は幅広い。

なお、設置例5における各装置間の通信は、上記の各設置例と同様であるため、説明を省略する。

【0058】

<3. 実施形態の効果>

以上、説明したように、本実施形態の電界通信装置TRXは、従来の電界通信装置に比較して通信感度が向上しているため、人体の至る部分に装着された装置間で通信が可能である。したがって、装置の利用用途は大きく広がる。

【0059】

<4. 変形例>

なお、本発明の電界通信装置は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で種々の変更を加えることが可能である。

【0060】

(変形例1) 上述の実施形態においては、電界通信装置TRXは、送信側主電極ESBおよび受信側主電極ERBと、送信側帰還電極ESGおよび受信側帰還電極ERGとを、別々の構成とする態様を例に採り説明をおこなった。しかし、送信側主電極ESBおよび受信側主電極ERBを同一の構成とする態様を採っても構わない。また、送信側帰還電極ESGおよび受信側帰還電極ERGを同一の構成とする態様を採っても構わない。

【0061】

(変形例 2) 上述の実施形態においては、電界通信装置 T R X は、送信機能および受信機能を共に実現可能な構成を備えるものとして説明を行った。しかし、電界通信装置 T R X は、用途に応じて、送信機能または受信機能の一方のみを実現する構成を採っても構わない。この場合、電界通信装置 T R X は、その実現する機能に応じて、主電極および帰還電極を、送信または受信のどちらか一方のみ備えれば良い。同様に、電界通信装置 T R X は、送信側制御部 M P U T または受信側制御部 M P U R の何れか一方を備えれば良い。

【0062】

(変形例 3) 上述の実施形態においては、電界通信装置 T R X は、10BASE-E-2 方式を単一の変調方式として用いた。この場合、一つの伝送路（一つの人体 H B）で信号を送信可能な電界通信装置 T R X は 1 台に制限される。しかし、変調に用いる周波数を複数用いる、または、複数の変調方式を採用することにより、信号を同時に送信可能な電界通信装置 T R X の台数を増やす態様を採っても構わない。電界通信装置 T R X が利用可能な変調方式は、10BASE-E-2 方式に限られるものではない。電界通信装置 T R X は、例えば、イーサネットで標準的に用いられている 10BASE-2、100BASE、1000BASE 等のベースバンド方式に加え、A M (Amplitude Modulation: 振幅変調) 方式、P M (Phase Modulation: 位相変調) 方式、F M (Frequency Modulation: 周波数変調) 方式、P C M (Pulse Coded Modulation: パルス符号変調) 方式、S S (Spectrum Spread: スペクトラム拡散) 方式、C D M A (Code Division Multiple Access: 符号分割多重接続) 方式もしくは U W B (Ultra Wide Band: 超広帯域無線) 方式等、任意の方式を採用することが可能である。また、搬送波の周波数も、誘電体の導電性を良好なものとするのが可能であれば、どのようなものであっても構わない。

【0063】

(変形例 4) 上述の実施形態においては、図 4 に示す送信アンプ A P を用いて、変調された信号を、端子 P および Q 間の電位差として出力する態様を採って説明を行った。しかし、電界通信装置 T R X において利用可能な送信アンプ A P は、図 4 に示すものには限られない。例えば、変調方式として 100BASE-T

のように出力値が多値となる方式を選択した場合、図 20 に示す送信アンプを用いると良い。この場合、予め出力値として電圧値を設定しておき、入力信号に従ってスイッチを切り換えれば、多値の電圧値を出力することができる。また、図 21 に示す構成の送信アンプを用いることも可能である。同図に示す送信アンプは、入力信号に従ってスイッチを切り換えることが可能であり、10BASE-2 のような 2 値出力の変調方式には適している。

【0064】

(変形例 5) 上述の実施形態においては、電界センサ ES は、レーザー光線が電気光学結晶 EO を通過したレーザー光線の偏光状態に基づいて、電気信号を出力する態様を採って説明を行った。しかし、電界センサ ES は、レーザー光線が電気光学結晶 EO に入射する前後の光の干渉を測定し、これにより電界の変化を測定して電気信号を出力する態様であっても構わない。要は、電界センサ ES が、電気光学結晶 EO に到達する電界の変化に基づいて電気信号を出力することが可能な構成であれば、電界センサ ES の構成および作用は、どのようなものであっても構わない。

【0065】

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明の電界通信システムおよび電界通信装置は、電界を捉えるセンサを、十分に電界密度の高くなる位置に配設することにより、電界変化を捉える感度を向上させる。この結果、本発明の電界通信システムおよび電界通信装置によれば、装置間の通信距離を優れて伸長することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 電界通信装置 TRX の一設置例を示した図である。

【図 2】 電界通信装置 TRX の外観構成を示す斜視図である。

【図 3】 電界通信装置 TRX の電氣的構成を示すブロック図である。

【図 4】 送信アンプ AP の電氣的構成を示す図である。

【図 5】 電界センサ ES の機械的構成を示す図である。

【図 6】 受信側帰還電極 ERG を設けていない場合に、電界センサ ES が電界を捉える様子を概念的に示す図である。

【図 7】 受信側帰還電極 E R G を設けた場合に、電界センサ E S が電界を捉える様子を概念的に示す図である。

【図 8】 電極構造 E O B を受信側主電極 E R B と電氣的に接続した場合の構成を示すブロック図である。

【図 9】 電極構造 E O B を受信側主電極 E R B と電氣的に接続した場合に、電界センサ E S が電界を捉える様子を概念的に示す図である。

【図 10】 電極構造 E O G を受信側帰還電極 E R G と電氣的に接続した場合の構成を示すブロック図である。

【図 11】 電極構造 E O G を受信側帰還電極 E R G と電氣的に接続した場合に、電界センサ E S が電界を捉える様子を概念的に示す図である。

【図 12】 受信側帰還電極 E R G を低インピーダンスの信号源に接続する場合の態様について説明するブロック図である。

【図 13】 受信側帰還電極 E R G を低インピーダンスの信号源に接続する場合の態様について説明するブロック図である。

【図 14】 受信側帰還電極 E R G を低インピーダンスの信号源に接続する場合の態様について説明するブロック図である。

【図 15】 設置例 1 における通信を概念的に示す図である。

【図 16】 設置例 2 における通信を概念的に示す図である。

【図 17】 設置例 3 における通信を概念的に示す図である。

【図 18】 設置例 4 における通信を概念的に示す図である。

【図 19】 設置例 5 における通信を概念的に示す図である。

【図 20】 変形例 4 における送信アンプの電氣的構成例を示す図である。

【図 21】 変形例 4 における送信アンプの電氣的構成例を示す図である。

【図 22】 P A N における大地アース (Earth Ground) の問題を説明するための図である。

【図 23】 帰還伝送路として大気を介した静電結合を利用する電界通信装置の通信原理を概念的に示す図である。

【図 24】 帰還伝送路として大気を介した静電結合を利用する電界通信装置の通信原理を概念的に示す図である。

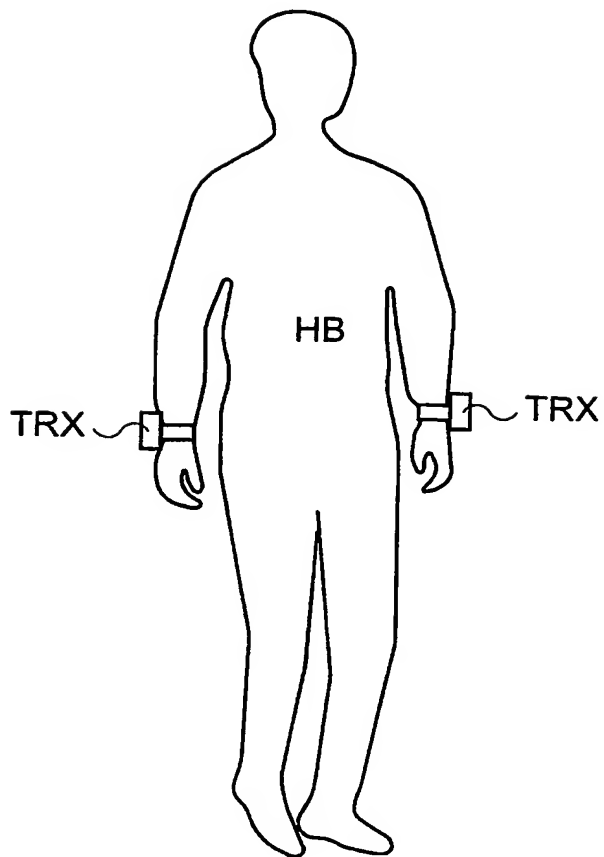
【図 25】 帰還伝送路として大気を介した静電結合を利用する電界通信装置の通信原理を概念的に示す図である。

【図 26】 帰還伝送路を誘電体にとる電界通信装置の通信原理を概念的に示す図である。

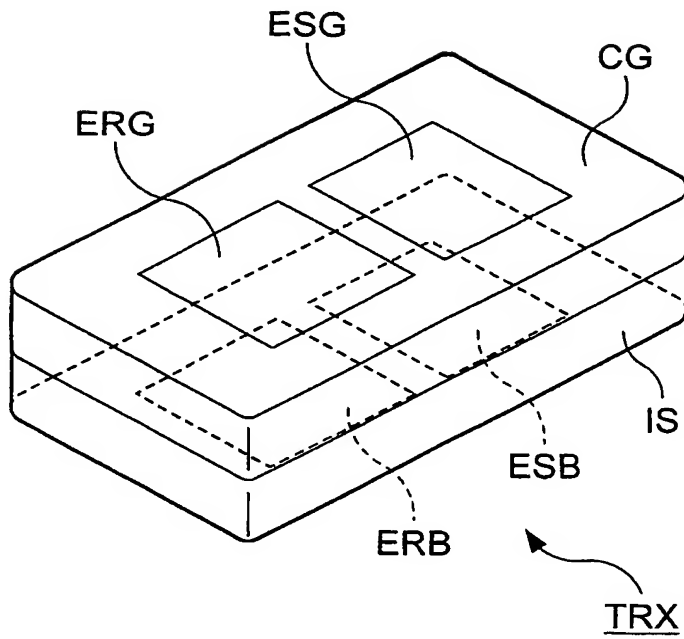
【符号の説明】 AP…送信アンプ、CR…制御部、CS…筐体、DC…復調装置、DT…光測定器、EC…変調装置、EO…電気光学結晶、ESB…送信側主電極、ESG…送信側帰還電極、ERB…送信側主電極、ERG…送信側帰還電極、ERH…補助電極、ERS…センサ電極、ES…電界センサ、HB…人体、IS…絶縁体、LD…光照射器、P…端子、PD…受光器、Q…端子、RV…受信部、TM…送信部、TRX…電界通信装置。

【書類名】 図面

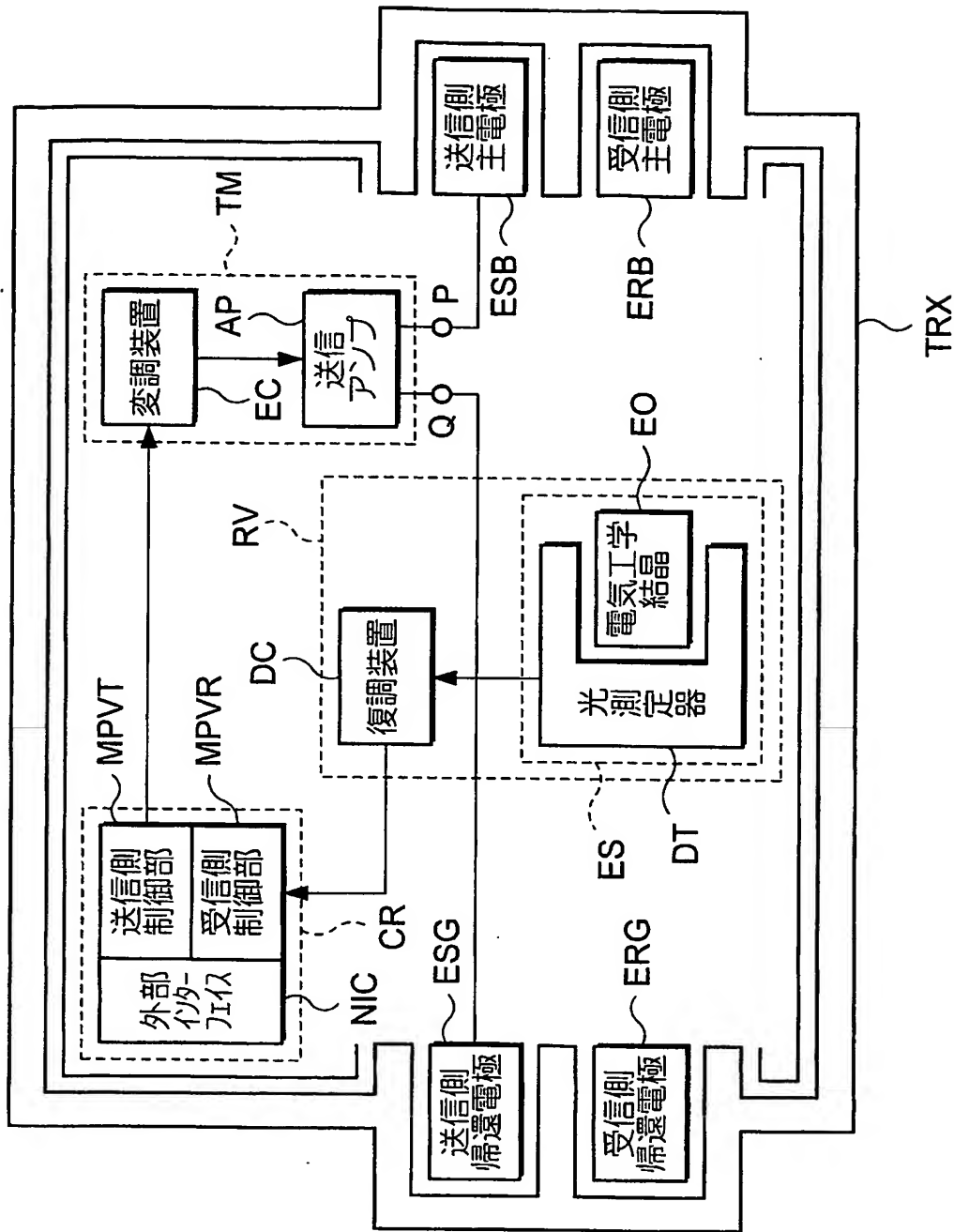
【図 1】



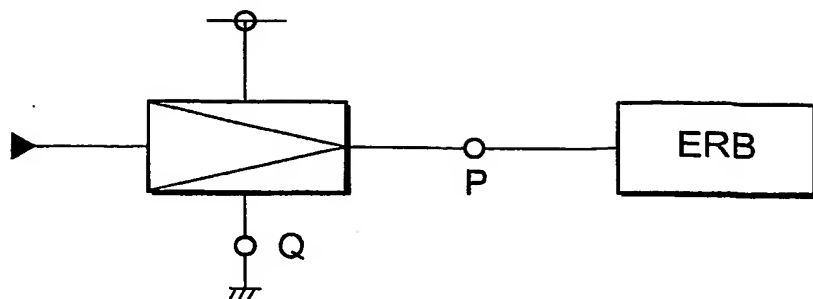
【図 2】



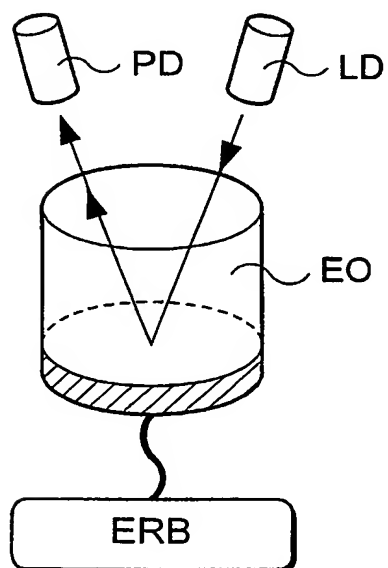
【図3】



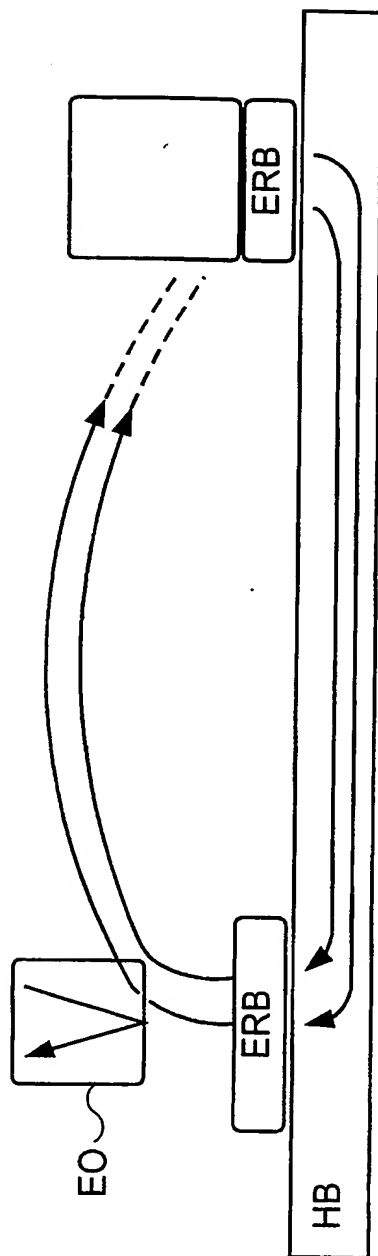
【図 4】



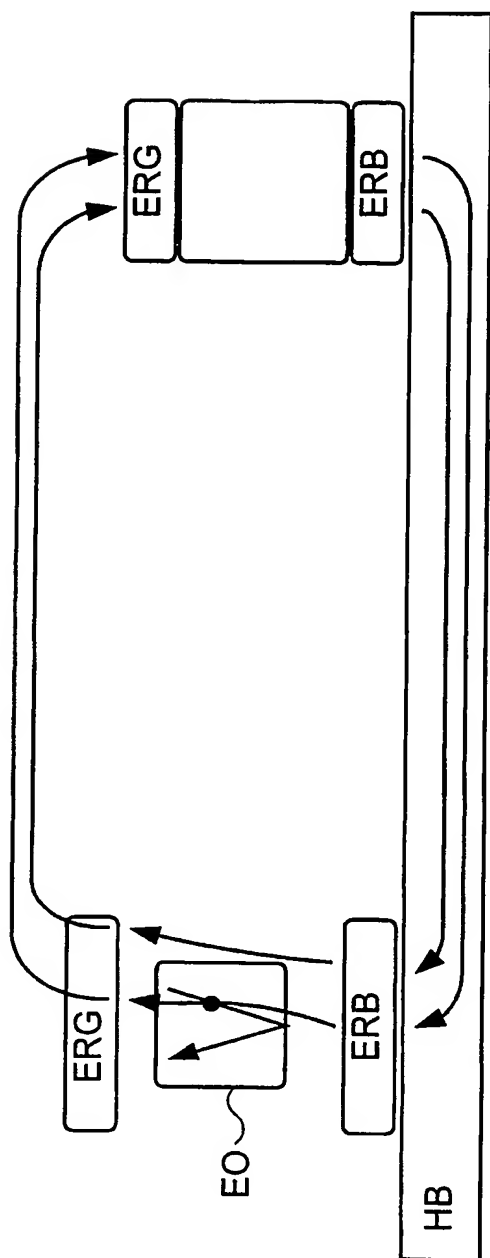
【図 5】



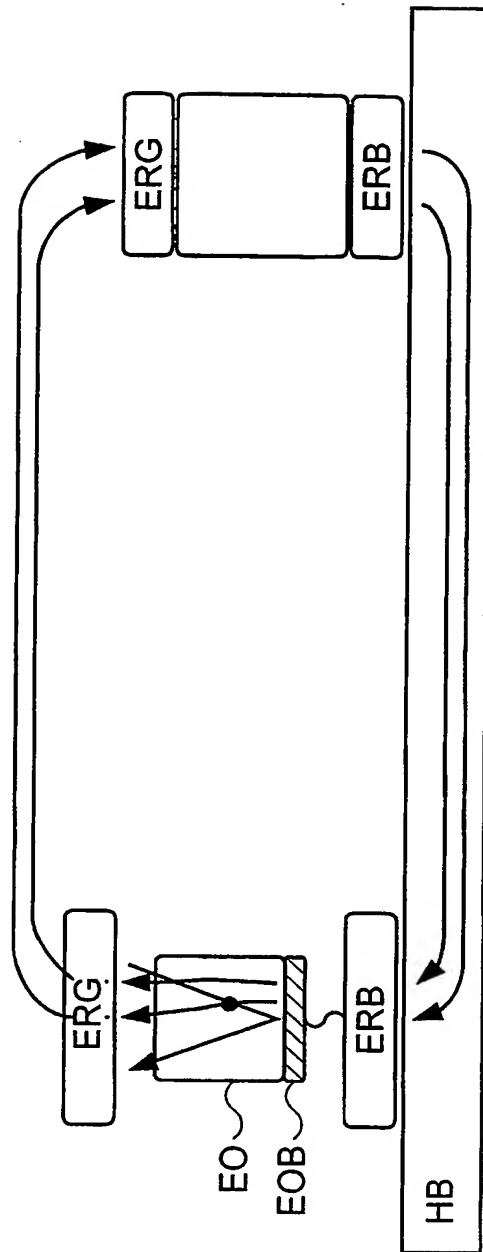
【図 6】



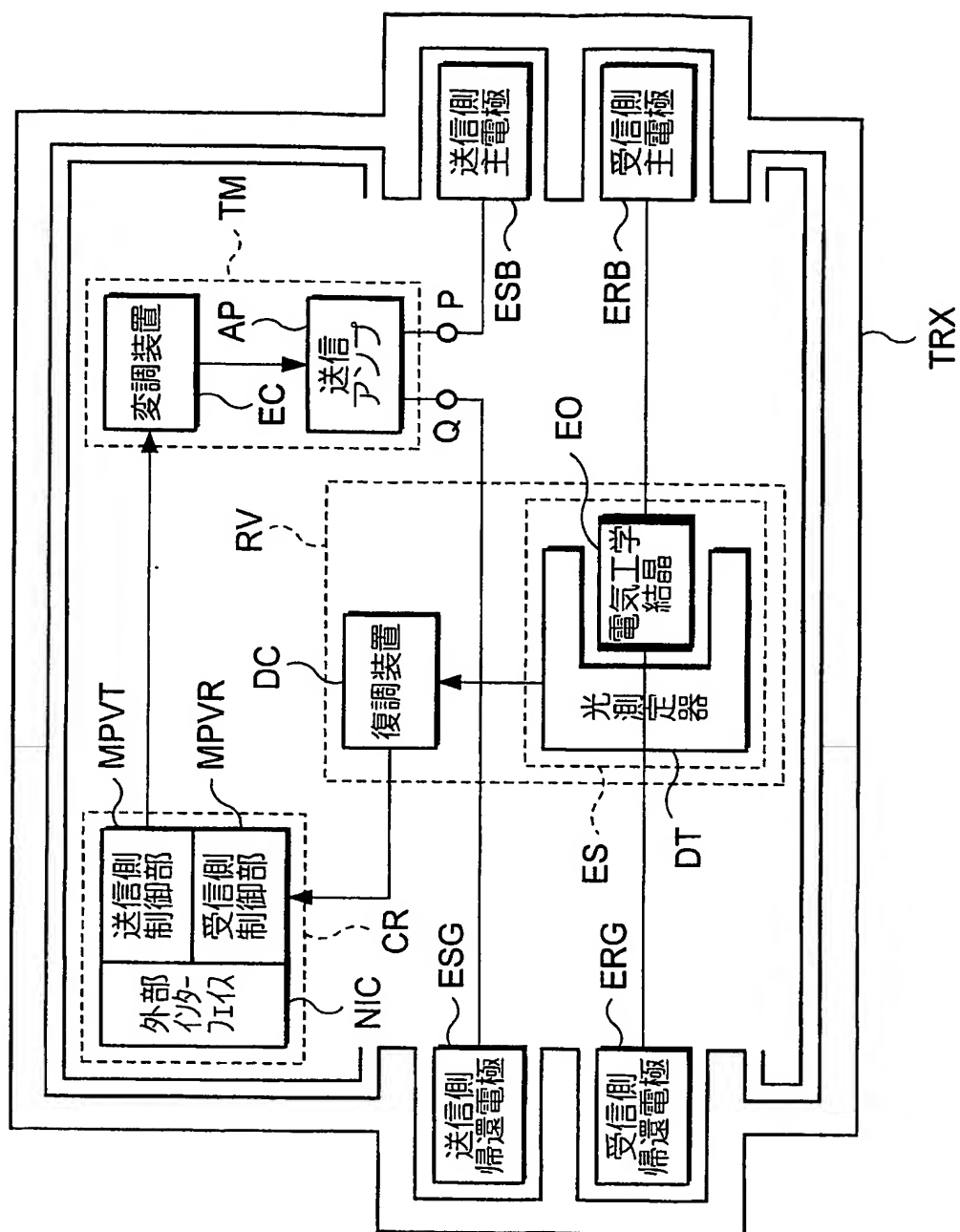
【図 7】



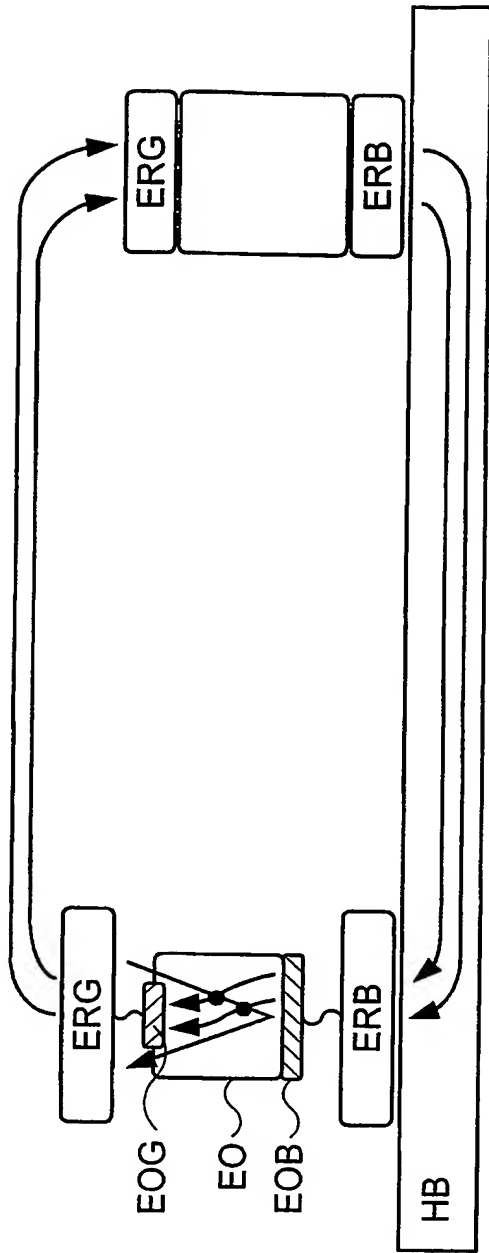
【図 9】



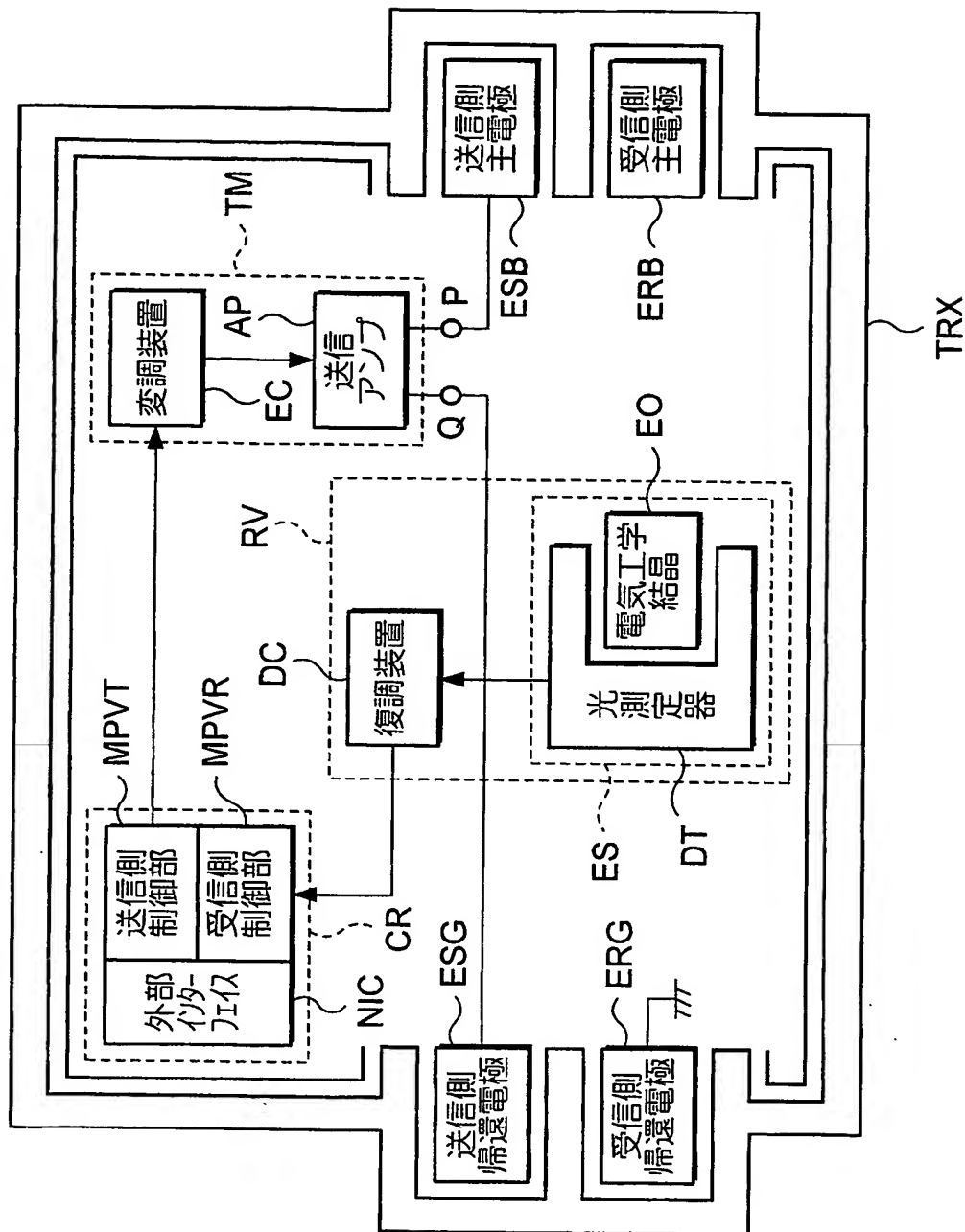
【図 10】



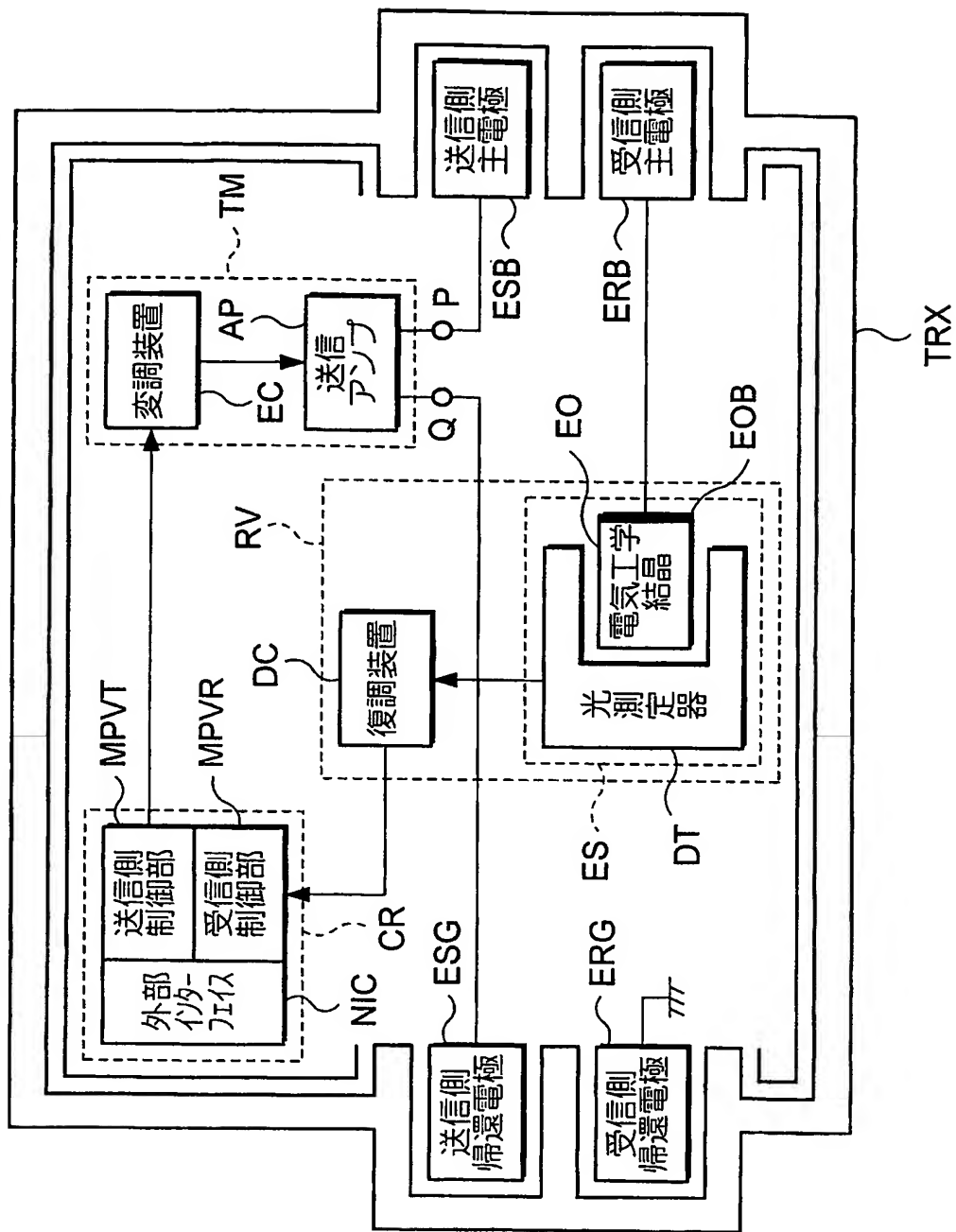
【図 11】



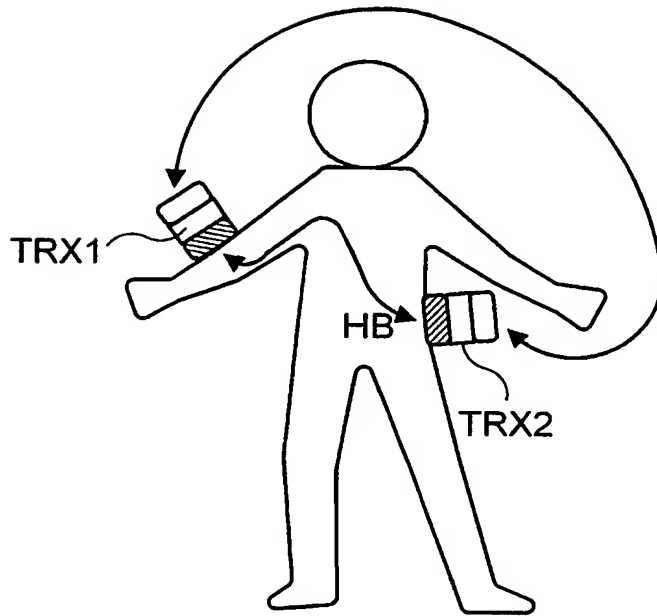
【図12】



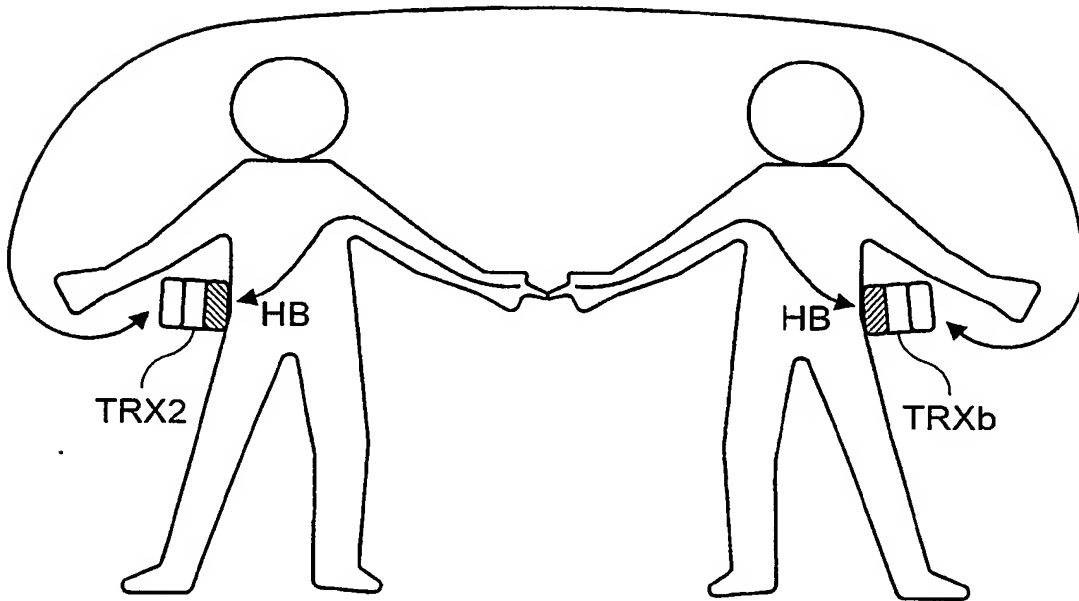
【図13】



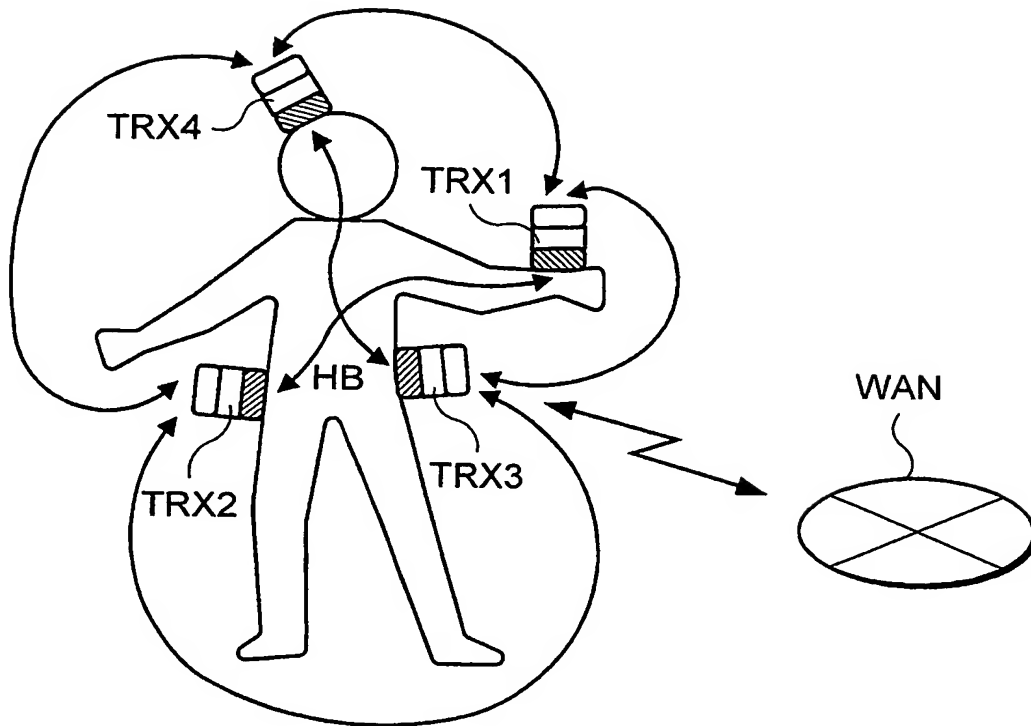
【図 15】



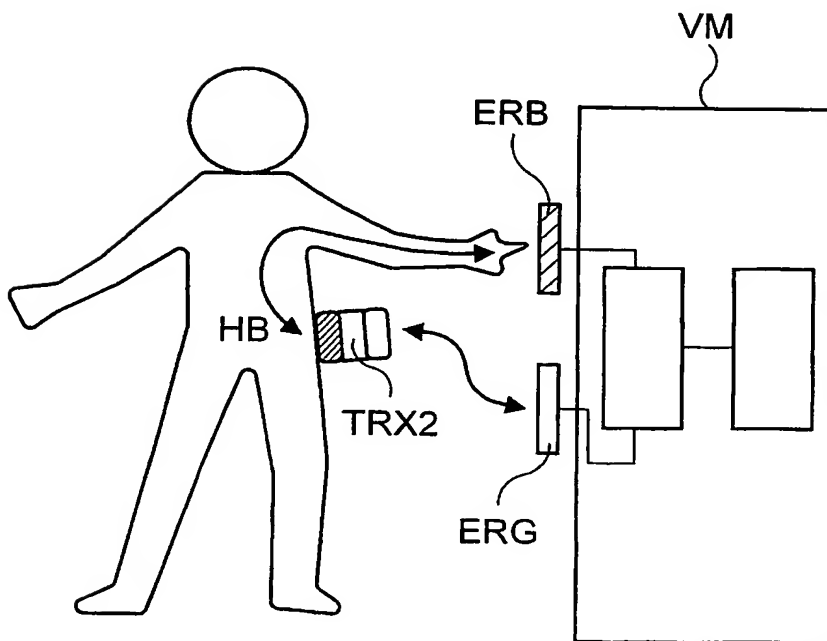
【図 16】



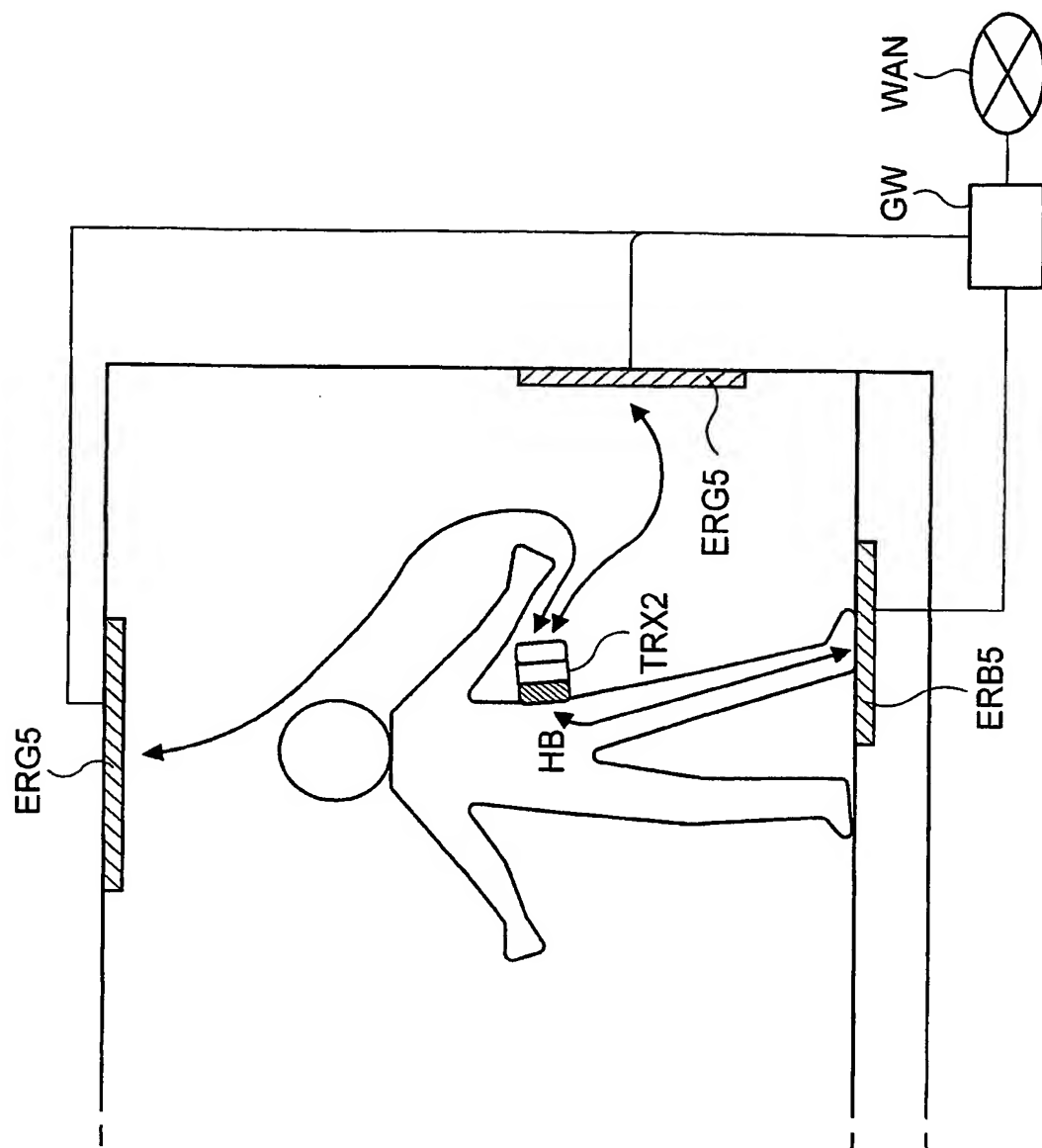
【図 17】



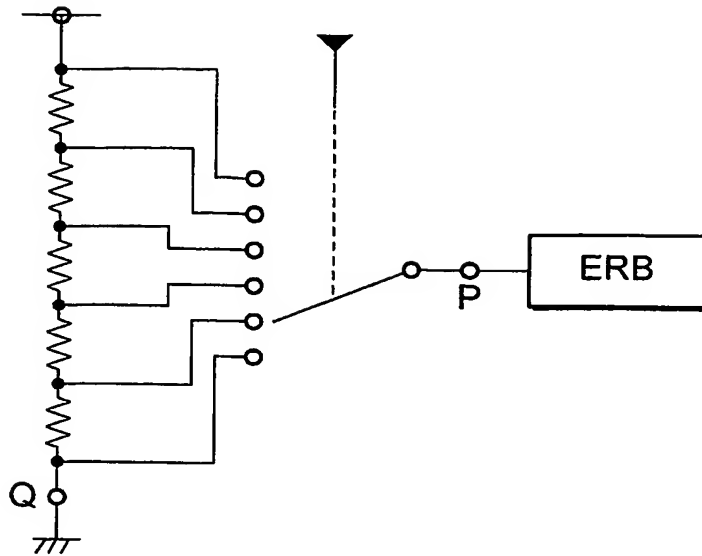
【図 18】



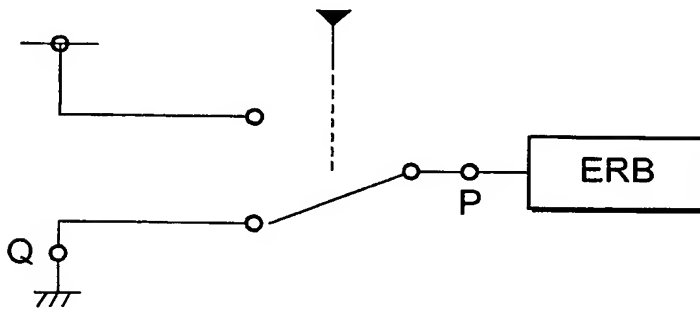
【図 19】



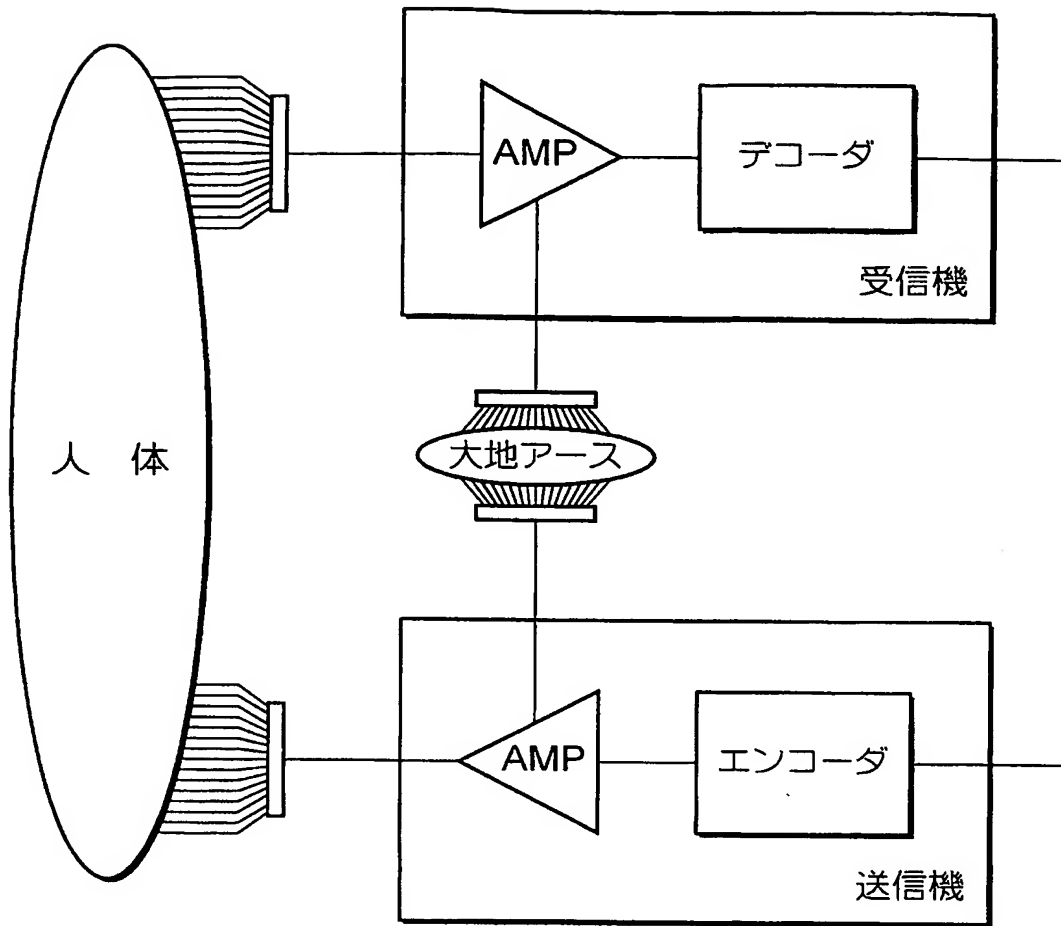
【図 20】



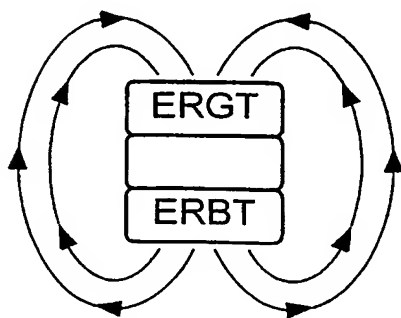
【図 21】



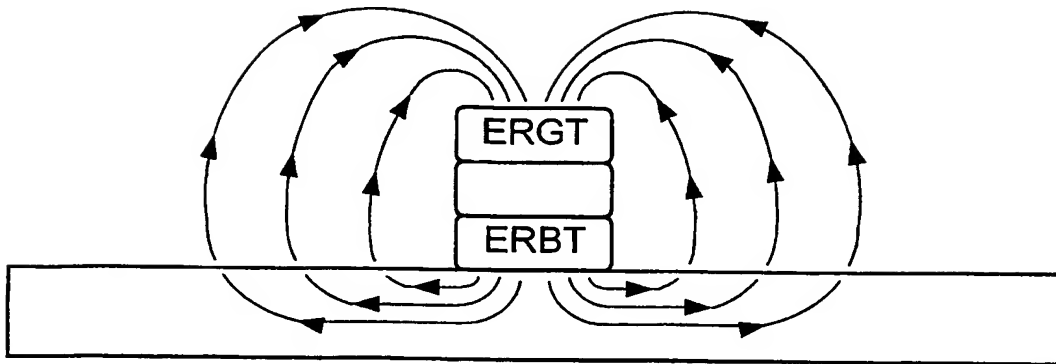
【図 22】



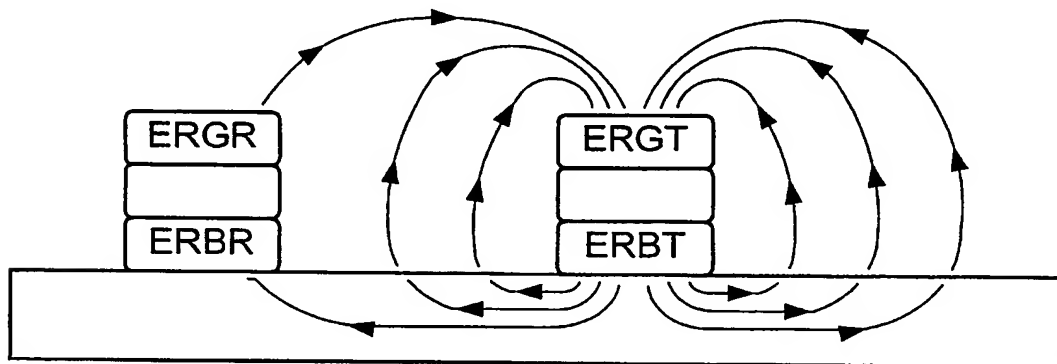
【図 23】



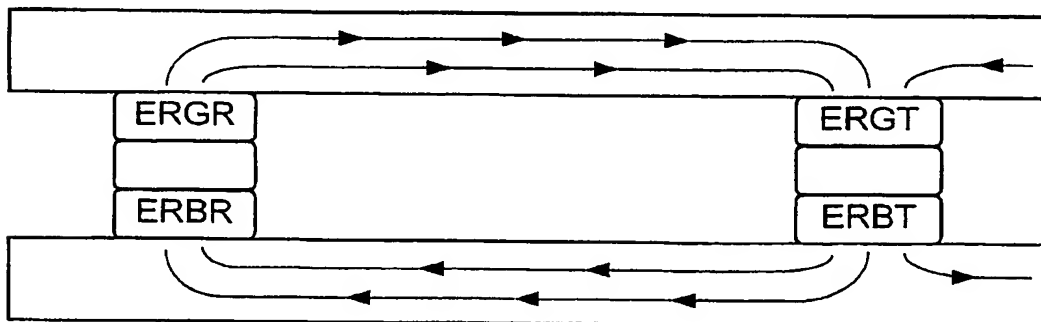
【図 24】



【図 25】



【図 26】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 十分に長い通信距離を確保することのできる、電界通信装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 他の電界通信装置が放射した電界が、受信側主電極 E R B を介して、電界センサ E S に到達する。電界センサ E S は、到達した電界の変化に基づき、電気信号を出力する。電界センサ E S に到達した電界は、受信側帰還電極 E R G に到達した後、放射元である電界通信装置への帰還経路に入る。このとき、電界センサ E S を、受信側主電極 E R B と受信側帰還電極 E R G との間に配設することにより、電界到達時に電界センサ E S が配設された位置の電界密度を向上させることができる。その結果、電界通信装置 T R X が電界変化を捉える感度を向上させることができる。

【選択図】 図 3

特願 2002-210050

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[392026693]

1. 変更年月日

1992年 8月21日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号

氏 名

エヌ・テイ・テイ移動通信網株式会社

2. 変更年月日

2000年 5月19日

[変更理由]

名称変更

住所変更

住 所

東京都千代田区永田町二丁目11番1号

氏 名

株式会社エヌ・テイ・テイ・ドコモ